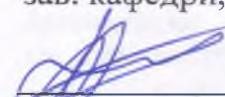




МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ
Навчально-науковий центр «Організація будівництва та експлуатації доріг»

ДО ЗАХИСТУ

зав. кафедри, професор

 О. Л. Тютькін
2021 р.  «  »

ДИПЛОМНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА
на здобуття ОС «магістр»

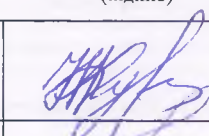
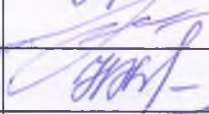

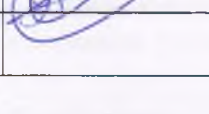
Галузь 27 Транспорт

Спеціальність 273 Залізничний транспорт

Освітня програма Інфраструктура високошвидкісного залізничного транспорту

Тема: Вибір положення траси й основних параметрів високошвидкісної магістралі Одеса-Західний кордон України

Theme: Selection of alignment position and main parameters of high-speed main line Odessa-Western border of Ukraine

	(посада)	(підпис)	(ПІБ)
Керівник дипломної магістерської роботи	професор		Курган М. Б.
Консультант	доцент		Заяць Ю.Л.
	асистент		Хмелевська Н.П.
Нормоконтролер	ст. викладач		Байдак С.Ю.
Студент групи	КГ 2023		Янковий А.С.
Student	KG 2023		Yankovyi Andrii

Дніпро

2021

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій
Кафедра «Транспортна інфраструктура»

ДОВІДКА

про відсутність плагиату у випускній кваліфікаційній роботі

За результатами перевірки випускної кваліфікаційної роботи (ВКР)
здобувача вищої освіти освітнього ступеня (ОС) «магістр»

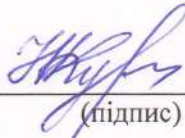
Янковий Андрій Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

на тему: Вибір положення траси й основних параметрів високошвидкісної
магістралі Одеса - Західний кордон України

в роботі не виявлено порушень академічної доброчесності.

Керівник ВКР


(підпис)

Микола Курган

(прізвище, ім'я, по батькові)

**Дніпровський національний університет залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна**

Навчально-науковий центр: Організація будівництва та експлуатації доріг

Кафедра: Транспортна інфраструктура

Спеціальність: Інфраструктура високошвидкісного залізничного транспорту

Затверджую:

зав. кафедри

О. Л. Тютюкін

“ ____ ” _____ 2021 р.

З А В Д А Н Н Я

**до дипломної роботи на здобуття ОКР «магістр»
студента групи КГ2023 Янкового Андрія Сергійовича**

1. Тема роботи: Вибір положення траси й основних параметрів високошвидкісної магістралі Одеса-Західний кордон України

Затверджена наказом по університету № 160 ст. від 06. 04.2021 р.

2. Термін подання студентом закінченої магістерської роботи – 18 грудня 2021 р.

3. Вихідні дані до проекту:

Район проектування – Вінницька, Тернопільська, Львівська області	Конфігурація поїзда: 2МВ+8П	
Початковий пункт – Жмеринка	Довжина прийм.- відправних колій – 400 м	
Кінцевий пункт – Львів	Верхня будова колії:	
Довжина лінії, км – 380	Тип рейок – Р65	Баласт, см
Керівний ухил, ‰ – за розрахунком	Тип шпал – СБЗ	щебінь – 40
Кількість головних колій – 2	залізобетонні	пісок – 20
Вид тяги – електрична	Маса високошвидкісного поїзда – 400 т	
Рухомий склад – TGV POS	Ширина земляного полотна – 13 м	

4. Перспективні розміри перевезень: визначаються розрахунком

5. Зміст розрахунково-пояснювальної записки:

1. Мета роботи. Огляд наукових досліджень за зазначеною проблемою	4. Проектування плану й поздовжнього профілю з використанням Autodesk AutoCAD Civil 3D.
2. Європейські вимоги до суміщення інфраструктури ВШМ. Норми проектування ВШМ. Прогнозування пасажирських перевезень	5. Дослідження факторів, що впливають на вибір основних параметрів проектування ВШМ
3. Район проектування. Формування ЦММ на основі супутникової зйомки. Вибір положення траси.	6. Охорона праці і безпека у надзвичайних ситуаціях

5. Консультанти:			
<i>Найменування розділів і магістерської роботи</i>	<i>Консультанти</i>	<i>Завдання</i>	
		<i>видав (дата, підпис)</i>	<i>прийняв до виконання (дата, підпис)</i>
1, 2	Курган М. Б.		
3, 4	Хмелевська Н.П.		
5	Курган М. Б.		
6	Заяц Ю.Л.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

<i>№</i>	<i>Назва розділу магістерської роботи</i>	<i>Термін виконання розділу</i>	<i>Відсотки</i>	<i>Нар. підс.</i>
1	<i>Мета роботи. Огляд наукових досліджень за зазначеною проблемою</i>	04.10.2021	10	10
2	<i>Європейські вимоги до суміщення інфраструктури ВШМ. Норми проектування ВШМ. Прогнозування пасажирських перевезень</i>	25.10.2021	20	30
3	<i>Район проектування. Формування ЦММ на основі супутникової зйомки. Вибір положення траси.</i>	19.11.2021	20	50
4	<i>Проектування плану й поздовжнього профілю з використанням САПР Autodesk AutoCAD Civil 3D.</i>	29.11.2021	10	60
5	<i>Дослідження факторів, що впливають на вибір основних параметрів проектування ВШМ</i>	06.12.2021	15	75
6	<i>Охорона праці і безпека у надзвичайних ситуаціях</i>	13.12.2021	15	90
7	<i>Висновки і рекомендації. Оформлення роботи</i>	18.12.2021	10	100

Дата видачі завдання: ____ вересня 2021 р.

Науковий керівник

_____ Курган М. Б.
(підпис)

Завдання прийняв до виконання

_____ Янковий А.С.
(підпис)

ЗМІСТ

ЗМІСТ	5
ВСТУП.....	7
1 ОГЛЯД НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗА ЗАЗНАЧЕНОЮ ПРОБЛЕМОЮ. ТОПОЛОГІЯ МЕРЕЖІ ВИСОКОШВИДКІСНИХ МАГІСТРАЛЕЙ У СПОЛУЧЕННІ ЄВРОПА–УКРАЇНА–АЗІЯ.....	9
1.1 Наукові дослідження вітчизняних вчених в галузі високошвидкісного транспорту	9
1.2 Основні вектори геопросторових зв'язків України	12
1.3 Системний підхід до проектування ВШМ	13
2 ЄВРОПЕЙСЬКІ ВИМОГИ ДО СУМІЩЕННЯ ІНФРАСТРУКТУРИ ВШМ. НОРМИ ПРОЄКТУВАННЯ ВШМ. ПРОГНОЗУВАННЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ	19
2.1 Європейські вимоги до сумісництва інфраструктури ВШМ	19
2.2 Вимоги і норми проектування ВШМ.....	20
2.2.1 Основні положення	20
2.2.2 Параметри профілю і плану залежно від рівня максимальної швидкості	22
2.2.3 Вплив максимального ухилу на будівельні витрати	25
2.2.4 Залежність максимальної швидкості від крутизни спуску	27
2.2.5 Визначення радіусу вертикальної кривої	28
2.2.6 Встановлення мінімального радіусу кривих в плані	33
2.2.7 Проектування перехідних кривих і прямих вставок.....	40
2.3 Прогнозування пасажирських перевезень	42
2.3.1 Критерії доцільності спорудження ВШМ	42
2.3.2 Математичні моделі для прогнозування пасажиропотоків.....	43
2.3.3 Визначення доцільності поєднання на ВШМ пасажирського й вантажного руху	50
РАЙОН ПРОЄКТУВАННЯ. ФОРМУВАННЯ ЦММ НА ОСНОВІ СУПУТНИКОВОЇ ЗЙОМКИ. ВИБІР ПОЛОЖЕННЯ ТРАСИ.	52
3.1 Загальні положення.	52
3.2 Район проектування.....	53
3.2.1 Рельєф та клімат Вінницької області.	53

					051.130281.MP.2018.000			
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата	Магістерська робота	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробник	Янковий А.С.					П	5	
Гол. кер.	Курган М.Б.					УДУНТ		
Консульт.	Хмелевська Н.							
Нормокон.	Байдак С. Ю.							

3.2.2 Рельєф та клімат Хмельницької області	54
3.2.3 Рельєф та клімат Тернопільської області.	55
3.2.4 Рельєф та клімат Львівської області.	56
3.3. Формування ЦММ на основі супутникової зйомки.....	58
3.4. Вибір положення траси	60
4 ПРОЕКТУВАННЯ ПЛАНУ Й ПОЗДОВЖНЬОГО ПРОФІЛЮ З ВИКОРИСТАННЯМ AUTODESK AUTOCAD CIVIL 3D.....	62
4.1 Критерії трасування.....	62
4.2 Норми проектування плану траси	62
4.3 Проектування плану траси за допомогою Autodesk AutoCAD Civil 3D	65
4.4 Проектування плану траси.....	69
4.5 Вибір положення траси та основних параметрів високошвидкісних магістралей	72
4.6 Побудова поздовжнього профілю за допомогою AutoCAD Civil 3D	73
4.7 Побудова конструкції та коридору в AutoCAD Civil 3D.....	75
5. ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ВИБІР ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОЄКТУВАННЯ ВІШМ	78
6 ОХОРОНА ПРАЦІ І БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	79
6.1 Вимоги безпеки праці під час виконання робіт на швидкісних ділянках колії	79
6.2 Порядок дій працівників колії у нестандартних ситуаціях	86
6.3 Надання першої медичної допомоги постраждалим.....	87
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	89
ПОСИЛАННЯ НА ДЖЕРЕЛА.....	91
ДОДАТКИ	

					051.130281.MP.2018.000			
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробник	Янковий А.С.				Магістерська робота	Стадія	Аркуш	Аркушів
Гол. кер.	Курган М.Б.					П	6	
						УДУНТ		
Консульт.	Хмелевська Н.							
Нормокон.	Байдак С. Ю.							

ВСТУП

Істотними факторами, що визначають успіх проектів високошвидкісних магістралей (ВШМ), є економічні показники розвитку країни та конкретних територій транспортних коридорів, а також матеріальне становище громадян, які мешкають у зоні тяжіння ВШМ. Взаємозв'язок обсягу пасажиропотоку із зазначеними факторами дозволяє прогнозувати перспективний пасажиропотік та оцінювати ефективність організації високошвидкісного руху на конкретному напрямку.

Прогнозується, що до 2025 р. загальна довжина високошвидкісних залізничних магістралей становитиме у світі понад 45 тис. км.

Організація високошвидкісного руху пасажирських поїздів на залізницях світу йде паралельно двома шляхами:

- будівництво нових високошвидкісних спеціалізованих магістралей (ВШМ) для руху пасажирських поїздів;
- модернізація діючих магістралей для забезпечення високошвидкісного руху пасажирських поїздів, у деяких випадках з обмеженим рухом звичайних, швидкісних пасажирських та вантажних, як правило, прискорених поїздів.

У варіанті організації високошвидкісного руху на новозбудованих лініях можуть розглядатися два варіанти: японсько-іспанський, поява якого була обумовлена різницею в ширині колії на ВШМ та на іншій мережі залізниць, і французька, де ВШМ та основна мережа залізниць країни мають одну колію.

Організація високошвидкісного руху на модернізованих діючих лініях зі змішаним рухом характерна для Німеччини, але використовується також в Англії, Італії, Бельгії, Голландії, Швейцарії та інших країнах. Однак і в цих країнах останніми роками будують спеціалізовані ВШМ. Змішана експлуатація високошвидкісних та інших категорій поїздів утруднена, зокрема через різні вимоги до плану та профілю ліній для вантажних та пасажирських поїздів. У КНР протягом останнього десятиліття активно реалізуються обидві схеми розвитку високошвидкісного залізничного руху.

					051.130281.MP.2018.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		7

Основні вимоги до високошвидкісних магістралей визначаються завданнями здійснення масових перевезень пасажирів. При проектуванні, будівництві та експлуатації ВШМ необхідно забезпечити: безпеку, комфортабельність та максимальну комфортність проїзду; потрібну пропускну спроможність магістралі на задану перспективу; рух поїздів із встановленою проектом швидкістю; життєздатність магістралі; мінімальний негативний вплив на довкілля; економічну ефективність ухвалених інженерних рішень. Усе це створює сприятливі умови залучення пасажирів у конкурентному взаємодії коїться з іншими видами транспорту.

Розвиток високошвидкісних магістралей окремих європейських країн, а потім створення загальноєвропейської високошвидкісної залізничної мережі поставили питання про сумісність технічних пристроїв окремих національних ВШМ між собою (рухомого складу та стаціонарних пристроїв). Йдеться про ширину колії, системи електропостачання, габарити рухомого складу та наближення будівель, пристрої управління та забезпечення безпеки руху.

Відповідно до прогнозої «Програми оновлення рухомого складу» ПАТ «Укрзалізниця» на період до 2021 року перспективним першочерговим напрямком впровадження високошвидкісного руху в Україні (до 350 км/год) є напрямок Київ–Львів–держкордон з країнами Західної Європи з подальшою інтеграцією лінії з європейською мережею ВШМ [1]. Наступними етапами реалізації проектів з будівництва ВШМ можуть бути напрями: Київ – Одеса, Київ – Полтава – Харків – Донецьк, Київ – Полтава – Дніпро.

Мета роботи. Враховуючи актуальність окресленої проблеми, в магістерській роботі розглянуті питання вибору положення траси й основних параметрів високошвидкісної магістралі на прикладі напрямку Одеса-Львів-Західний кордон України.

1 ОГЛЯД НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗА ЗАЗНАЧЕНОЮ ПРОБЛЕМОЮ. ТОПОЛОГІЯ МЕРЕЖІ ВИСОКОШВИДКІСНИХ МАГІСТРАЛЕЙ У СПОЛУЧЕННІ ЄВРОПА–УКРАЇНА–АЗІЯ.

1.1 Наукові дослідження вітчизняних вчених в галузі високошвидкісного транспорту

Перші серйозні наукові розробки з підвищення швидкостей руху на існуючих залізницях були виконані в 60-70-х роках минулого століття і знайшли відображення в працях О. П. Ершкова, М. А. Чернишова, А. І. Іоаннісяна та інших вчених [2-4]. На особливу увагу заслуговує монографія колективу авторів, присвячена високошвидкісному пасажирському рухові, у якій розглянуто сфери раціонального використання високошвидкісного залізничного транспорту і його технічні можливості, особливості інфраструктури для високошвидкісного руху, його соціально-економічне значення [5].

Проблемою створення в Україні високошвидкісного транспорту більше 20-ти років займається Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В Лазаряна (нині УДУНТ). Це спільні роботи з проектними інститутами Дніпродіпротранс [6, 7], Київдіпротранс [8], з Інститутом технічної механіки [9]. Співробітниками УДУНТ написані монографії й наукові статті з питань ефективності спорудження ВШМ, вибору параметрів та обґрунтування окремих проектних рішень. Це монографії [10-13], опубліковані статті [14-16] та інші праці.

Так, у монографії [10] наведені результати європейського досвіду розвитку високошвидкісного залізничного транспорту, проаналізовано транспортні проблеми міських зон. Показана провідна роль залізничного транспорту в ХХІ столітті, його економічні та технічні переваги. У лаконічній формі викладено перспективи розвитку високошвидкісного залізничного транспорту, у тому числі порушено питання перспективного розвитку високошвидкісного руху в Україні.

У роботі [11] викладено теоретичні основи формування раціональних варіантів мережі ліній високошвидкісного руху пасажирських поїздів в Україні. Застосовано математичний апарат наближеного розв'язку оптимізаційних задач на неорієнтованих графах. Проф. А. А. Босов встановив залежність між кількістю міст, які розташовані в зоні тяжіння (див. глосарій), і кількістю можливих ефективних варіантів проектування високошвидкісної мережі в Україні.

При включенні до високошвидкісної мережі 18 міст було отримано 138 ефективних варіантів мережі залізниць високошвидкісного руху пасажирських поїздів. На основі цих розрахунків запропонована топологія високошвидкісних магістралей в Україні. Для оцінки раціональності мережі прийнято використання таких показників, як вартість її будівництва і час перебування пасажирів у дорозі. Звичайно, що при більш ретельному розгляді до цих показників повинні бути додані й інші: експлуатаційні витрати, вимоги надійності, екологічні обмеження тощо.

Монографія [12] присвячена розробці теоретико-методологічних підходів і практичних рекомендацій щодо визначення економічної ефективності високошвидкісних пасажирських перевезень з урахуванням транзитного потенціалу України. Досліджено сутність економічної категорії «швидкість пасажирських перевезень» та її вплив на термін активного життя пасажирів і на підвищення конкурентоспроможності й ефективності функціонування пасажирського залізничного транспорту. Розвинуто науковий підхід щодо визначення економічної ефективності будівництва та експлуатації високошвидкісних магістралей в Україні.

Монографія [13] присвячена розробці теоретико-методологічних підходів і практичних рекомендацій щодо визначення технічних можливостей створення високошвидкісних магістралей в Україні. Для вирішення цього завдання застосовано системний підхід, який включає аналіз світового досвіду, дослідження передумов до організації високошвидкісного руху поїздів в Україні, проектування траси ВШМ, що передбачає розробку вимог і нормативів з

проектування плану та поздовжнього профілю, обґрунтування конструкції залізничної колії, умов взаємодії колії з рухомим складом тощо.

Ґрунтуючись на результатах наукових розробок (вітчизняних і зарубіжних), намічені шляхи вирішення проблеми, що стосуються проектування траси ВШМ і створення високошвидкісної мережі в Україні з урахуванням геополітичних, топографічних та інших умов. Розвинуто теорію розрахунків динамічної взаємодії рейкової колії з рухомим складом, запропоновано сучасні підходи до оцінки надійності роботи залізничної колії в умовах високошвидкісного руху поїздів.

Крім монографій, слід назвати дисертації, захищені в останні роки і присвячені питанням проектування високошвидкісних магістралей. У науковій роботі [17] розроблена методика вибору основних параметрів траси ВШМ в умовах складного рельєфу, показано, що застосування на високошвидкісних магістралях, які проектуються в складних умовах рельєфу, у плані кривих малого радіуса (до 3000 м) не призводить до істотного погіршення тягово-експлуатаційних показників руху.

У дисертації [18] на основі розробленої математичної моделі спрогнозована величина пасажиропотоку на високошвидкісних магістралях Росії, що дозволило здобувачеві виявити сферу конкурентоспроможності залізничного та авіаційного транспорту.

У дисертації [19] удосконалена методика щодо визначення економічної ефективності будівництва та експлуатації високошвидкісних магістралей в Україні, запропоновані підходи до визначення раціональних зон курсування швидкісних та високошвидкісних поїздів, які враховують стан залізничної інфраструктури, транзитний потенціал країни в пасажирському русі, стан економіки держави та ін.

Високі швидкості руху та потужний тяговий рухомий склад на високошвидкісних магістралях неминуче призведуть до значного збільшення динамічних зусиль, температурних і електромагнітних впливів на

інфраструктуру залізничної колії. Такі екстремальні умови експлуатації неодмінно мають бути враховані при проектуванні ВШМ.

1.2 Основні вектори геопросторових зв'язків України

У контексті глобального рівня географічного положення територія України завжди перебувала в центрі подій на Європейському континенті. Тут перетиналися історичні шляхи й основні геополітичні осі Євразії, що давало широку можливість контактів як із Західною та Північною Європою, так і з країнами Близького та Середнього Сходу і Центральної Азії. Стратегічно доля України залежить від її здатності знайти модель глобального інтегрування.



Рисунок 1.1 - Маршрут високошвидкісної залізничної магістралі з Європи до Китаю

Основні вектори сучасних геопросторових зв'язків України: Польща –

країни ЄС Середньої Європи; Білорусь – країни Балтії; Грузія – країни Центральної Азії та Закавказзя; Туреччина – країни східного Середземномор'я та ін.

Зростання обсягів торгівлі ЄС з Китаєм, Індією та іншими країнами зумовило ініціювання Китаєм будівництва високошвидкісної залізничної магістралі [20]. Очікується, що перша транснаціональна магістраль пройде від Лондона через Україну до Пекіна (рис. 1.1). Реалізація такого проекту дозволить пасажирам доїхати з Лондона у Пекін за 2 доби при швидкості поїзда близько 320 км/год.

Від України це вимагає пошуку нових підходів до розвитку транспортної системи, нових технологій і раціональних шляхів освоєння перевезень вантажів і пасажирів, налагодження різних форм співробітництва у форматі, насамперед, Україна – ЄС.

Оскільки мережа українських залізниць взаємодіє з мережею інших країн, то підготовленість сусідніх регіонів до впровадження швидкісного руху має велике значення для України.

1.3 Системний підхід до проектування ВШМ

Для вирішення завдання щодо впровадження в Україні високошвидкісного транспорту потрібен системний підхід, який включає аналіз світового досвіду, дослідження передумов до організації високошвидкісного руху поїздів в Україні, способів стикування вітчизняної мережі залізниць з європейською, вибір моделі експлуатації ВШМ, проектування траси ВШМ, що передбачає розробку вимог і нормативів з проектування плану та поздовжнього профілю колії тощо [21].

Залізнична мережа України органічно вписується в європейську через Польщу, Словаччину, Угорщину, Румунію, Молдову (рис. 1.2). Однак вигідне з позиції транспортних перевезень геополітичне розташування України не використовується повною мірою. Вихід з такої ситуації викладено в Концепції [22]. Крім реконструкції існуючих передбачається будівництво нових ліній з

технічними параметрами, що забезпечують рух високошвидкісних поїздів зі швидкістю 300-350 км/год відповідно до сучасних міжнародних стандартів [23].

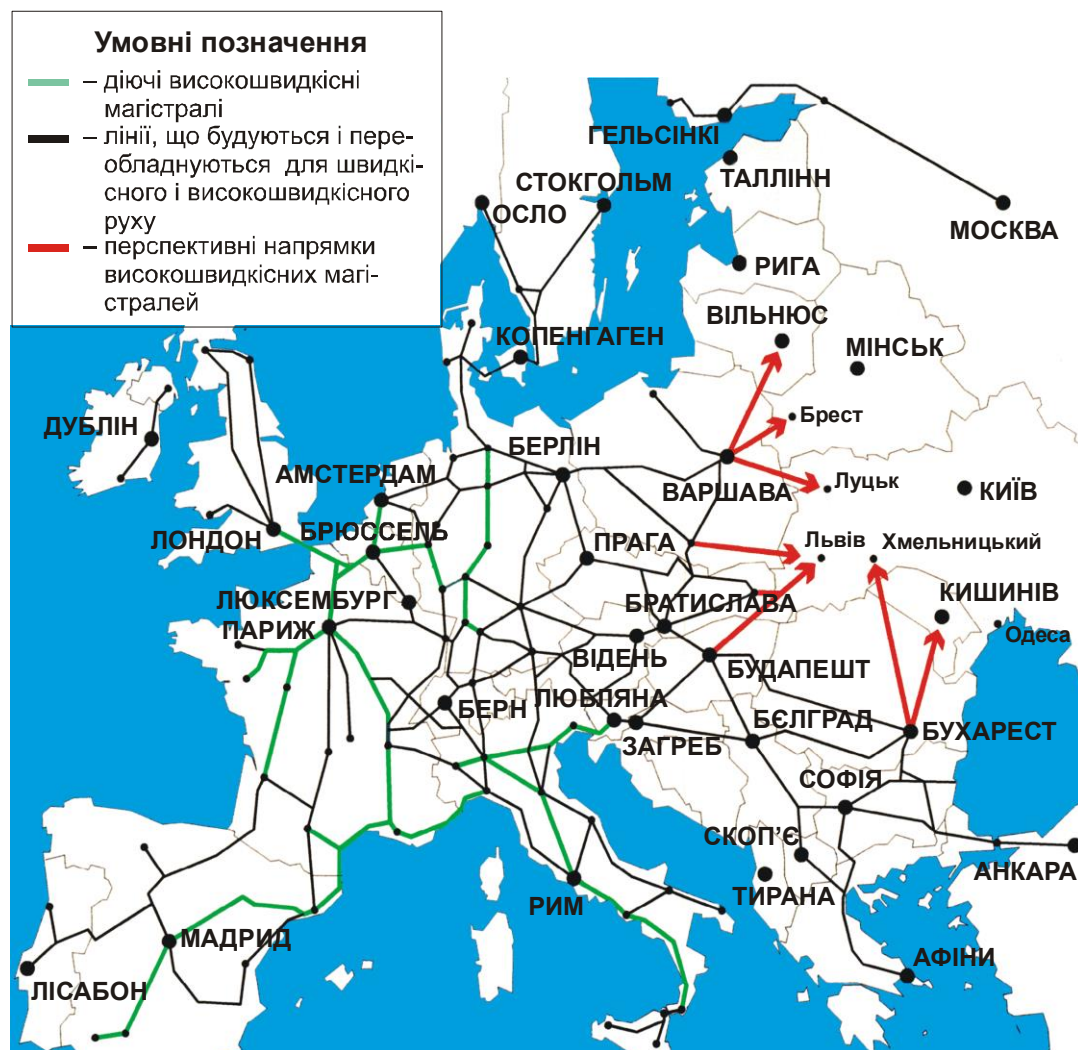


Рисунок 1.2 - Перспективні напрямки високошвидкісних магістралей

Експериментальні дослідження щодо реалізації високих швидкостей в Україні розпочато в 70-х роках минулого століття. У 1972-1973 рр. вчені Дніпропетровського відділення інституту механіки Академії наук України та Дніпропетровського інституту інженерів залізничного транспорту провели на ділянці Балівка–Березанівка Придніпровської залізниці дослідні поїздки вагона-лабораторії з реактивною тягою зі швидкістю до 250 км/год. Більшої швидкості розвинути не вдалося через обмеження сили тяги двигунів і довжини прямої ділянки [13].

Мета випробувань полягала не у встановленні рекорду швидкості, а у вивченні взаємодій в системі «колесо–рейка». Результати цих дослідів дозволили перевірити й уточнити методи дослідження стійкості руху рухомого складу й дати науково обґрунтовані рекомендації, спрямовані на вдосконалення ходових частин локомотивів і вагонів з метою збільшення швидкості їх руху і зменшення динамічних навантажень.

Роботи з проектування ВШМ були продовжені після розпаду СРСР. Завдання на розробку Концепції організації високошвидкісного руху поїздів в Україні було поставлено Академією наук України і Укрзалізницею в 90-ті роки ХХ століття. У 1992-1993 рр. Дніпропетровський державний проектно-вишукувальний інститут (Дніпродіпротранс) зробив вибір напрямку траси високошвидкісної магістралі (рис. 1.3), а ДПТ обґрунтував основні технічні параметри ВШМ «Київ–Захід», використовуючи закордонний досвід [7].



Рисунок 1.3 - Варіант ВШМ Київ–Шепетівка–Львів–Західний кордон

Ці розробки були включені в топологію мережі швидкісних і високошвидкісних залізниць Східної Європи [22] (рис. 1.4)

Як високошвидкісна магістраль першої черги був запропонований варіант нової двоколісної електрифікованої залізниці Київ–Шепетівка–Львів–Західний кордон, якою передбачався рух поїздів зі швидкістю до 220 км/год.

Пізніше, згідно з прийнятими рішеннями IV Всесвітнього Форуму «EurailSpeed 2002», були внесені корективи в розвиток високошвидкісного руху в Україні.

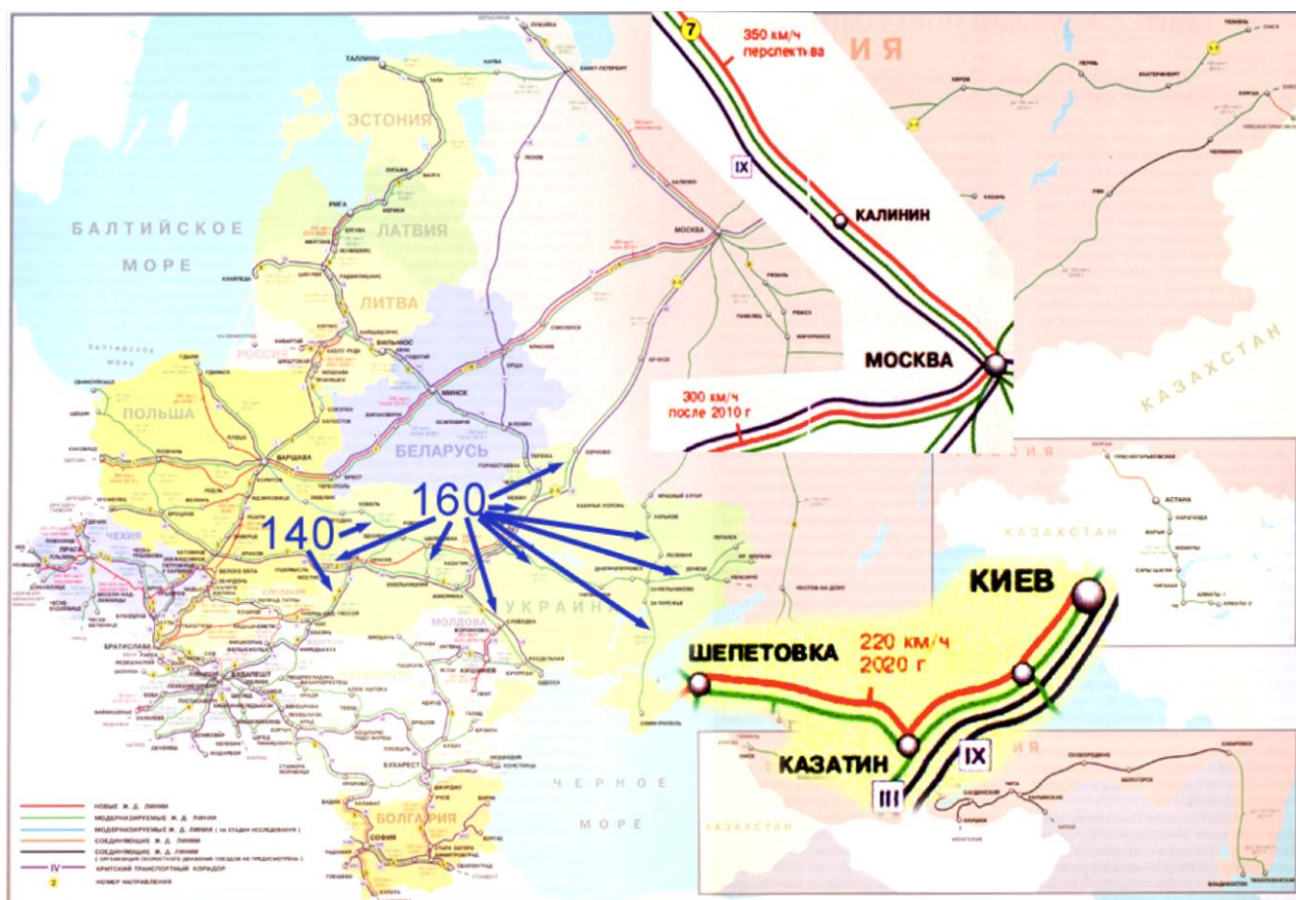


Рисунок 1.4 - Топологія мережі швидкісних і високошвидкісних залізниць Східної Європи у сполученні Європа–Азія

Так, першочерговим напрямком уведення високошвидкісного руху поїздів як за попередніми [11], так і наступними розрахунками [12] визначена ділянка Київ–Полтава–Харків.

Передпроектні розробки були виконані Державним проектно-вишукувальним інститутом Київдіпротранс [8]. Основні критерії вибору напрямку проходження траси базувалися на збалансованому урахуванні таких принципово важливих вимог, як максимальне скорочення довжини ВШМ, забезпечення оптимальних техніко-експлуатаційних і будівельних показників лінії (скорочення кількості кривих, великих штучних споруд, обсягів земляних

робіт, знос будівель тощо), скорочення площі займаних земель, забезпечення нормативних екологічних та санітарних вимог у зоні впливу ВШМ.

Траса лінії прокладалась з відхиленням від найкоротшого напрямку тільки у важких топографічних умовах, а також для обходу населених пунктів, історичних заповідників (Полтава), великих водойм та ін. Враховувалася та обставина, що наближення ВШМ до існуючої залізниці дозволить заощадити кошти на будівництво між ними технологічних з'єднань, самої ВШМ (за рахунок здешевлення доставки матеріалів, техніки по існуючій лінії, організації робіт на широких фронтах, можливості маневру трудовими і матеріальними ресурсами), а також скоротити терміни будівництва.

За результатами аналізу був визначений найбільш раціональний варіант, який і був рекомендований для подальших розробок [24, 25] (рис. 1.5) (показано червоним кольором).

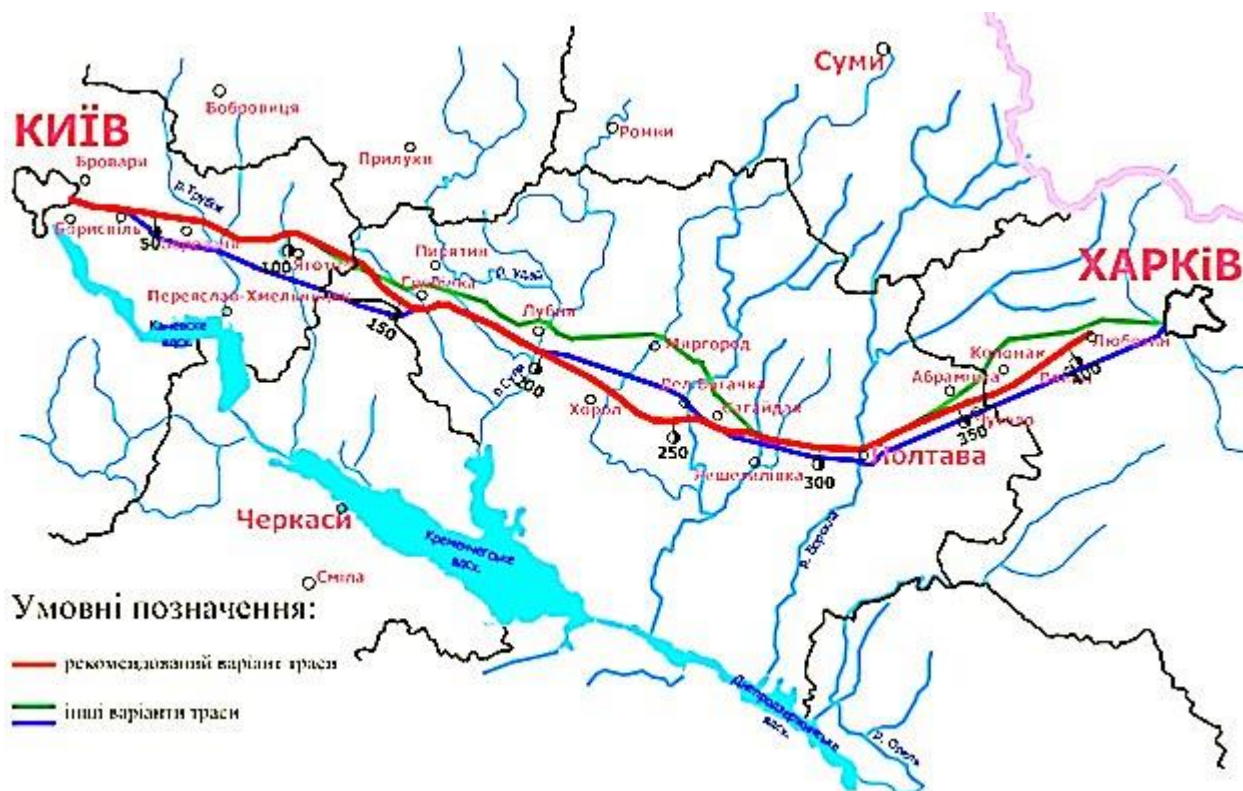


Рисунок 1.5 - Варіанти ВШМ Київ–Полтава–Харків

Проектні розробки щодо прокладки траси високошвидкісних магістралей продовжувались. У 2008 році були проведені дослідження зі створення ВШМ

Західний кордон–Ковель–Київ [26], у 2011 р аналогічна робота виконана на напрямку Київ–Зернове–Східний кордон [27].

У 2016 році ДНУЗТ запропонував варіант Київ–Житомир–Рівне–Західний кордон [24] (рис. 1.6).

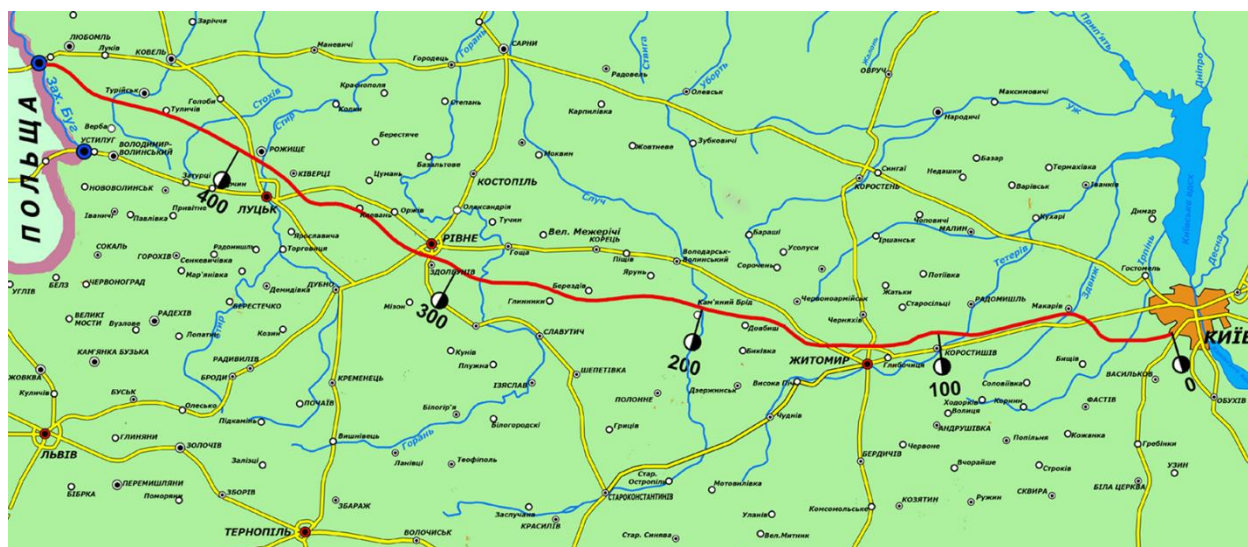


Рисунок 1.6 - Варіант високошвидкісної траси Київ–Житомир–Рівне–Західний кордон

Приєднання української високошвидкісної магістралі до мережі європейських ВШМ дасть можливість скоротити час поїздки від Києва до Берліна з 23 до 5 годин [13].

2 ЄВРОПЕЙСЬКІ ВИМОГИ ДО СУМІЩЕННЯ ІНФРАСТРУКТУРИ ВШМ. НОРМИ ПРОЄКТУВАННЯ ВШМ. ПРОГНОЗУВАННЯ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

2.1 Європейські вимоги до сумісництва інфраструктури ВШМ

У Європейських вимогах до суміщення інфраструктури ВШМ наведені Технічні специфікації (TSI) для взаємодії систем і підсистем [23]. Кожна з підсистем має бути охоплена TSI. У випадку підсистем, що стосуються навколишнього середовища, експлуатації або користувачів, TSI складаються в обсязі, який необхідно для забезпечення взаємодії транс'європейської високошвидкісної залізничної системи в галузях інфраструктури, енергетики, управління, сигналізації та рухомого складу.

Для забезпечення функціональної сумісності транс'європейської системи високошвидкісних залізниць TSI повинні:

- визначати основні вимоги до підсистем та їх інтерфейсів;
- встановлювати основні параметри проєктування ВШМ, необхідні для виконання основних вимог;
- встановлювати умови, які повинні дотримуватись для досягнення зазначених характеристик для ліній спеціально побудованих для високої швидкості; ліній спеціально модернізованих для високої швидкості; ліній спеціально модернізованих для забезпечення високої швидкості руху, які мають особливості внаслідок топографічних, рельєфних чи містобудівних обмежень.

Необхідно також забезпечити компоненти функціональної сумісності та інтерфейси, які повинні відповідати європейським специфікаціям, включаючи європейські стандарти, необхідні для досягнення функціональної сумісності в рамках транс'європейської високошвидкісної залізничної системи при дотриманні основних вимог.

TSI не повинні перешкоджати прийняттю державами-членами рішень щодо використання нової або модернізованої інфраструктури для руху інших поїздів.

Дотримання всіх TSI дозволить створити сумісну транс'європейську високошвидкісну залізничну систему, яка збереже, при необхідності, сумісність існуючої залізничної мережі кожної держави-члена.

Необхідно відмітити, що в країнах, які не входять до ЄС, але мають ВШМ: Японія, Південна Корея, Тайвань, США, КНР розроблені та діють свої нормативні бази, що забезпечують процеси розробки, проектування, будівництва, виробництва, експлуатації та обслуговування ВШМ, їх компонентів та пристроїв. У Японії та США ця нормативна база складалася в результаті самостійних розробок та у деяких питаннях має розбіжності з нормами ЄС. Південна Корея створювала ВШМ під великим впливом Франції, Тайвань – Японії, КНР успішно акумулювала та адаптувала до своїх умов досвід кількох провідних у галузі високошвидкісного залізничного руху країн.

2.2 Вимоги і норми проектування ВШМ

2.2.1 Основні положення

Норми проектування високошвидкісної магістралі прийнято на основі чинних нормативних і директивних документів у галузі залізничного транспорту та рекомендацій: Європейських нормативних документів у галузі високошвидкісного залізничного транспорту; Європейських вимог щодо сумісності інфраструктури, затверджених Директивою 96/48/ЄС у редакції Директиви 2004/50/ЄС [23], а також інших нормативних документів [8, 21, 28].

Є кілька структур, які досягли успіху в розвитку високошвидкісного транспорту, і мають свої критерії будівництва та експлуатації високошвидкісної магістралі:

- AREMA (American Railway Engineering and Maintenance of Way Association) – Американська асоціація залізничного будівництва та експлуатації шляхів сполучення;

- SNCF (Société Nationale des Chemins de Fer Français (French National Railway Company) – Французька національна залізнична компанія;

					051.130281.MP.2018.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		20

– UIC (International Union of Railways) – Міжнародне об'єднання залізниць.

А також ряд документів, що регламентують норми проектування:

– Критерії проектування проекту каліфорнійський високошвидкісний рух (19 березня 2007 року) (California High-Speed Train Project Design Criteria);

– Робочий документ проекту каліфорнійський високошвидкісний рух, японська залізнична служба технічного обслуговування (JARTS, 2007) (California High – Speed Rail Project Working Paper, Japan Railway Technical Service (JARTS) 2007).

Високошвидкісна магістраль проектується двоколійною з шириною колії 1520 мм на максимальну (розрахункову) швидкість руху пасажирських поїздів до 400 км/год при статичному навантаженні на вісь не більше 170 кН. Інфраструктура ВШМ проектується з електричною тягою на змінному струмі за системою 2×25 кВ, 50 Гц та з електричною тягою на постійному струмі 3 кВ.

Відстань між осями головних колій на прямих та кривих ділянках перегонів і станцій має бути не менше 4800 мм.

Виходячи з міжнародного досвіду, залежно від планованої інтенсивності руху, середня відстань між роздільними пунктами, як правило, приймається 20 – 40 км, для роздільних пунктів з колійним розвитком – 50 – 70 км, а для опорних станцій – 200 – 250 км.

Норма корисної довжини прийомо-відправних колій на проміжних пасажирських станціях та обгінних пунктах повинна становити не менше 650 м та враховувати можливість розміщення пасажирських платформ завдовжки не менше 400 м.

					051.130281.MP.2018.000	Аркуш
						21
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2.2 Параметри профілю і плану залежно від рівня максимальної швидкості

Поздовжній профіль ВШМ проектується для забезпечення надійної взаємодії рейкової колії з високошвидкісним рухомим складом, безпеки та комфорту поїздки пасажирів.

Проектування поздовжнього профілю залізниць визначається, з одного боку, технічними, з іншого – економічними вимогами. Технічні вимоги полягають у гарантуванні безпеки й плавності руху та комфортабельності їзди, особливо при підвищенні швидкості. Економічні вимоги до профілю залізниць в основному зводяться до доцільного поєднання будівельної вартості й експлуатаційних витрат.

Як показали розрахунки [31], поздовжні сили й прискорення, що виникають у поїзді під час руху по перелому поздовжнього профілю, залежать не тільки від обрису профілю, але й від керівних факторів – набір тяги, приведення в дію чи відпуск гальм.

У різних країнах світу норми проектування високошвидкісних магістралей дещо різняться. Це зумовлено багатьма причинами: різним рівнем проектною швидкості, відмінностями характеристик рухомого складу та особливостями проектування плану й поздовжнього профілю, що пов'язані, насамперед, з умовами рельєфу. Окремі параметри деяких високошвидкісних ліній наведено в табл. 2.1 [10, 29, 31]. Аналіз даних табл. 2.1 дозволяє зробити висновок, що більш жорсткі вимоги при проектуванні плану та поздовжнього профілю не завжди дозволяють забезпечити вищий рівень швидкості руху поїздів. Наприклад, французька лінія Париж – Тур-Леман, запроектована з мінімальним радіусом кривих 4000 м та максимальним ухилом 15 ‰ забезпечує перевезення зі швидкістю 300 км/год. У той же час, міжнародна лінія Париж – Франкфурт, на якій реалізована така сама швидкість, запроектована з мінімальним радіусом 3500 м та з максимальним ухилом поздовжнього профілю – 35 ‰.

Таблиця 2.1 - Параметри профілю і плану залежно від рівня максимальної швидкості, встановленого на існуючих ВШМ

<i>Магістраль</i>	<i>Максимальна швидкість, км/год</i>	<i>Максимальний ухил профілю, ‰</i>	<i>Мінімальний радіус кривої, м</i>
Франція			
Париж – Ліон	270	35	4000
Париж – Тур-Леман	300	15	4000
Китай			
Ухан – Гуанчжоу	350	20	7000
Німеччина			
Мангейм – Штутгарт	280	12,5	5100
Ганновер – Вюрцбург	280	12,5	5100
Кьольн – Рейн-Майн	300	4	3350
Японія			
Токайдо	210	20	2500
Саньо	260	15	4000
Тохоку	260	15	4000
Дзьоєцу	260	15	4000
Італія			
Диреттисима	250	8	3000
Іспанія			
Мадрид - Барселона	300	40	4000
Нідерланди			
HSL Zuid	300	2,5	4000
Міжнародна лінія			
Париж–Франкфурт	300	25	3500

Розглянемо, які значення ухилів використовуються за каліфорнійськими нормами. Технічна інструкція [30] представляє норми проектування траси для запропонованих ділянок високошвидкісної залізниці. На цих ділянках швидкість буде понад 125 миль/год (200 км/год) з досягненням максимальної швидкості 220 миль/год (350 км/год) і враховується, що в майбутньому може бути підвищення швидкості понад 250 миль/год (400 км/год). Технічна інструкція визначає геометричні вимоги до основних конструкцій для забезпечення безпеки і надійності роботи залізниці, що відповідають нормативам і функціям CHSTP, програмним, операційним та експлуатаційним вимогам.

Так, відповідно до [30]:

- бажані ухили повинні бути настільки низькими, як це можливо, з ухилом нижче 12,5‰;
- максимальні ухили вище 12,5 ‰ і не більше 25 ‰;
- виняткові ухили вище 25 ‰ і не більше 35 ‰.

Затяжні ухили повинні бути обмежені по довжині, відповідаючи гальмівним можливостям рухомого складу:

- середній ухил для довгої ділянки колії у 6 км має бути менше 35 ‰;
- середній ухил для довгої ділянки колії в 10 км має бути менше 25 ‰.

У загальному вигляді вимоги до проектування плану та поздовжнього профілю європейських ВШМ наведено в табл. 2.2.

З вище наведеного аналізу випливає, що величина найбільшого ухилу головних колій, зазвичай, не має перевищувати $< 24 ‰$. Ухили на рівні 35 ‰ можуть застосовуватись на ділянках спеціалізованих високошвидкісних магістралей, що проходять у важких топографічних умовах. Максимальний ухил 35 ‰ застосовують за умови, що зміна ухилу на кожних 10 км шляху не перевищує 25 ‰ і максимальна довжина ухилу рівного 35 ‰ не перевищує 6000 м.

Таблиця 2.2 - Основні проектні параметри плану і профілю країн Європи

Параметри	Франція	Німеччина	Італія	Іспанія
Проектна швидкість, км/год	300/350	300/350	300/350	300/350
Мінімальний радіус кривої, м	4000/6250	3350/5120	5450/7000	4000/6500
Максимальний ухил поздовжнього профілю, ‰	35	40	12	12,5/25
Максимальний радіус вертикальної кривої, км	16/21	14/20	25	24/25

2.2.3 Вплив максимального ухилу на будівельні витрати

Для обґрунтування раціонального значення максимального ухилу поздовжнього профілю високошвидкісних спеціалізованих магістралей необхідно мати також інформацію про будівельні витрати. З цією метою досліджено вплив крутості i_{\max} на будівельні показники ліній у складних топографічних умовах, яким відповідають різні моделі профілів [13].

При обґрунтуванні найбільшого ухилу поздовжнього профілю високошвидкісних магістралей ВНДІЗТ було проведено експериментальне проектування ділянки траси ВШМ Центр-Південь протяжністю близько 700 км. Крутизна найбільшого ухилу поздовжнього профілю варіювалася від 12 до 30 ‰. Використання більш крутого ухилу профілю призводило до зменшення об'єму земляних робіт і кількості водопропускних споруд (мостів і труб), в результаті чого будівельна вартість магістралі скорочувалася, проте збільшення ухилу понад 24 ‰ вже не давало відчутного здешевлення будівництва. Аналогічна робота була проведена в ДНУЗТ.

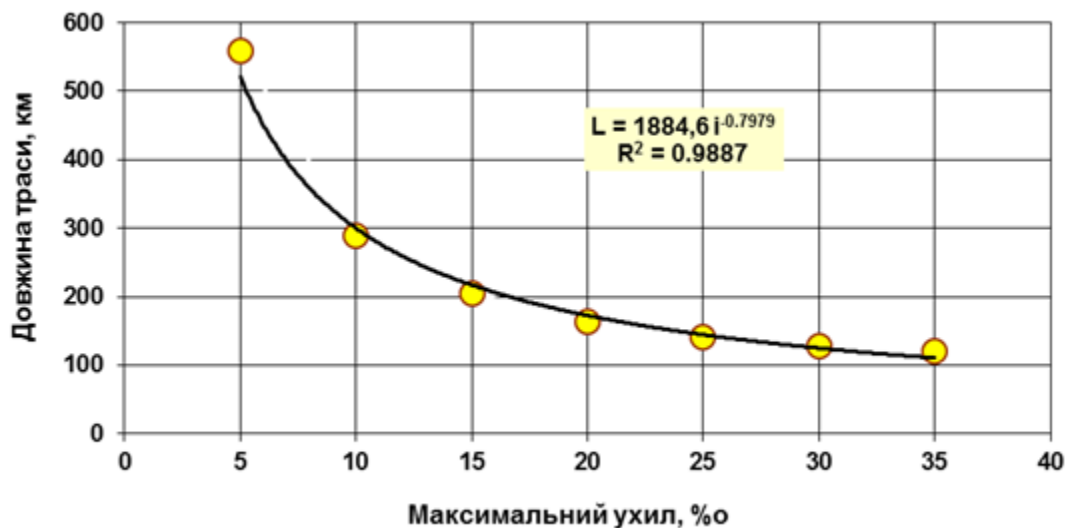


Рисунок 2.1 - Залежність довжини траси від керівного ухилу

Підраховані капітальні вкладення та їх зв'язок з керівним ухилом наведені на рис. 2.2.



Рисунок 2.2 - Співвідношення будівельної вартості варіантів при різних значеннях максимального ухилу

Довжини запроєктованих варіантів та їх залежність від керівного ухилу наведені в графічному вигляді на рис. 2.1 разом з аналітичною залежністю, що дозволяє прогнозувати довжину варіанта в першому наближенні залежно від керівного ухилу для умов, аналогічних дослідним, тобто зміна довжини ділянок напружених ходів відбувається обернено пропорційно величині ухилу, а сума подоланих висот залишається постійною.

Як впливає з аналізу рис. 2.1 і 2.2, застосування максимальних ухилів більше 25–28 ‰ в умовах, прийнятих у дослідженні, не дає суттєвого скорочення довжини траси й будівельна вартість при цьому також змінюється несуттєво (1–3 %).

2.2.4 Залежність максимальної швидкості від крутизни спуску

Широкомасштабне використання високошвидкісних пасажирських поїздів із швидкостями 250 км/год і більше вимагало вирішення різнопланових завдань в галузі тяги і гальмування рухомого складу, а також вдосконалення інфраструктури – залізничної колії, енергоживлення, систем сигналізації, централізації блокування, СЦБ тощо. Європейський досвід експлуатації ВШМ свідчить про те, що при оцінці величини керівного ухилу слід враховувати характеристики рухомого складу та умови гальмування на спусках. У табл. 2.3 наведено вимоги SNCF, що стосуються рухомого складу за критерієм гальмування, щоб знизити швидкість поїзда залежно від середнього розрахункового ухилу i_p на ділянці довжиною 5200 м [32, 33].

Таблиця 2.3 - Зниження швидкості залежно від середнього розрахункового ухилу

Крутизна ухилів, ‰	Максимально допустима швидкість, км/год
$30 < i_p \leq 35$	230
$22 < i_p < 30$	270
$16 < i_p < 22$	300
$0 \leq i_p < 16$	350

Слід відзначити ту обставину, що допустима швидкість по гальмах на спуску 30-35 ‰ становить 270-230 км/год, що приблизно відповідає швидкості, прийнятій на високошвидкісній магістралі у важких умовах (250 км/год).

При підвищенні максимальної швидкості значно збільшується необхідний за умовами безпеки міжпоїзний інтервал і довжина відстані гальмування (рис. 2.3). Отже, зростають робота гальмівних сил і витрати, з цим пов'язані.

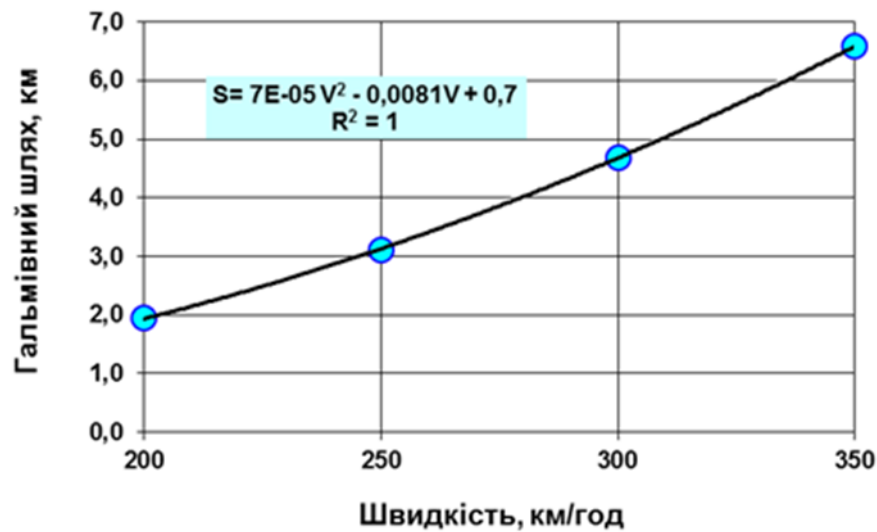


Рисунок 2.3 - Залежність довжини гальмівного шляху від максимальної швидкості

2.2.5 Визначення радіусу вертикальної кривої

Для сполучення елементів поздовжнього профілю може застосовуватися радіус вертикальної кривої. Радіус визначається величиною непогашеного вертикального прискорення $\alpha_v \leq 0,39$ м/с² з урахуванням швидкості руху високошвидкісного поїзда за формулою (2.1) і результати надані в таблиці 2.4

$$R_v = \frac{V^2}{3,6^2 \cdot \alpha_v}, \quad (2.1)$$

де V – розрахункова швидкість, км/год;

α_v – непогашене вертикальне прискорення, м/с².

Таблиця 2.4 – Радіус вертикальної кривої

V_{\max} , км/ГОД	250	300	350	400
R_v , км	15	20	25	32

Вертикальні криві не повинні розміщуватись в перехідних кривих, прогонових будовах мостів, колій з безбаластною конструкцією. Відстань між суміжними вертикальними кривими не повинно бути менше 250 м.

У виїмках довжиною більше 400 м поздовжній профіль повинен проектуватися ухилами одного напрямку або ухилами на початку і в кінці виїмки зі з'єднанням їх вертикальною кривою, при цьому величина ухилів повинна бути не менше 3‰.

На підходах до мостів і труб, а також при розташуванні траси ВШМ уздовж берегів річок і водосховищ брівка основної площадки земляного полотна повинна підвищуватися над найвищим рівнем води, ймовірність перевищення якого один раз в 300 років з урахуванням підпору, вітрового нагону, нахату хвилі на відкосах, льодових явищ не менше ніж на 0,9 м.

Брівка основної площадки на снігозаносимих ділянках повинна підвищуватися не менше ніж на 1,0 м над розрахунковим рівнем сніжного покриву ймовірністю перевищення одного разу за 50 років.

Головні та приймально-відправні колії на пасажирських платформах повинні розташовуватися на площадці у поздовжньому профілі та на прямій в плані. Допускається розміщення розділових пунктів на уклонах не круче 1,5‰.

На роздільних пунктах при наявності пасажирських платформ норми проектування поздовжнього профілю та план головних колій повинні відповідати нормам, встановленим для головних колій на перегонах.

В Україні залізниці експлуатують з параметрами, що суттєво різняться. Наприклад, для східної та центральної частин країни характерні максимальні ухили поздовжнього профілю 8...12 ‰, а для західних регіонів – 15...25 ‰. Такі відмінності зумовлені насамперед особливостями рельєфу місцевості. При проектуванні ВШМ треба враховувати зазначені особливості та встановити, які значення максимальних ухилів можуть застосовуватися в особливо складних умовах та яким чином це вплине на експлуатаційні та капітальні витрати.

					051.130281.MP.2018.000	Аркуш
						29
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відомо, що експлуатаційні, економічні та технічні показники залізничних ліній залежать від довжини траси. У свою чергу, на довжину траси суттєво впливає крутизна керівного ухилу, величина якого залежить від рельєфу місцевості. Тому обґрунтування крутизни максимального ухилу поздовжнього профілю i_{\max} – складна й відповідальна задача при проектуванні залізниці. Збільшення крутизни керівного ухилу призводить до поступового скорочення довжин ділянок напруженого ходу. У світовій практиці спостерігається тенденція до збільшення максимальної крутизни ухилу – до 35-40 %. Такі круті ухили нерідко застосовуються при пересіченні трасою ВШМ значних висотних перешкод – для введення лінії в тунель або підйому на високу естакаду (на ділянках проходження дороги міською територією, яка щільно забудована капітальними спорудами).

Норми сполучення елементів профілю визначають не тільки величину поздовжніх і поперечних прискорень у високошвидкісних поїздах, але й впливають на об'єми робіт з будівництва земляного полотна і штучних споруд.

Стосовно спеціалізованої високошвидкісної пасажирської магістралі при максимальній швидкості поїздів 300 км/год норми сполучення суміжних елементів профілю встановлені виходячи зі значень допустимих поздовжніх прискорень у поїзді (не більше $(0,3 \dots 0,5) g$).

Рекомендовані норми слід застосовувати на ділянках траси, де здійснюється регульовальне гальмування на переломах профілю, а допустимі норми можуть застосовуватися на ділянках, де поїзди рухаються на вибігу або в режимі тяги. При таких нормах сполучення елементів профілю за участю ДНУЗТ виконано ескізне трасування ділянок високошвидкісних магістралей Київ–Шепетівка–Львів, Київ–Полтава–Харків та ін.

Представляє інтерес аналіз впливу норм сполучення суміжних елементів поздовжнього профілю на об'єми й вартість будівельних робіт [31]. З цією метою на високошвидкісній магістралі було виділено 22 ділянки траси перевалистого профілю, де використання різних норм сполучення суміжних

елементів впливає на величину робочих відміток поздовжнього профілю. Загальна довжина цих ділянок склала 93 км (близько 14 % загальної довжини траси між зазначеними граничними пунктами).

Розглянуто три варіанти радіусів сполучних кривих $R_B^{\text{глоб}}$ і відповідні їм значення найбільшої алгебраїчної різниці ухилів сполучних елементів Δi і найменшої довжини елементів перехідної $l_{\text{ел}}$ крутості (чисельник – рекомендовані, знаменник – допустимі) (табл. 2.5).

Таблиця 2.5 - Норми проектування поздовжнього профілю

Параметр	Варіанти		
	I	II	III
$R_B^{\text{глоб}}$, км	65/50	50/37,5	37,5/25
Δi , ‰	4,5/6	6/8	8/10
$l_{\text{ел}}$, м	300	300	300/250

На рис. 2.4, як приклад, наведена ділянка поздовжнього профілю, запроектованого трьома поданими вище варіантами (приклад наведено за даними [31]).

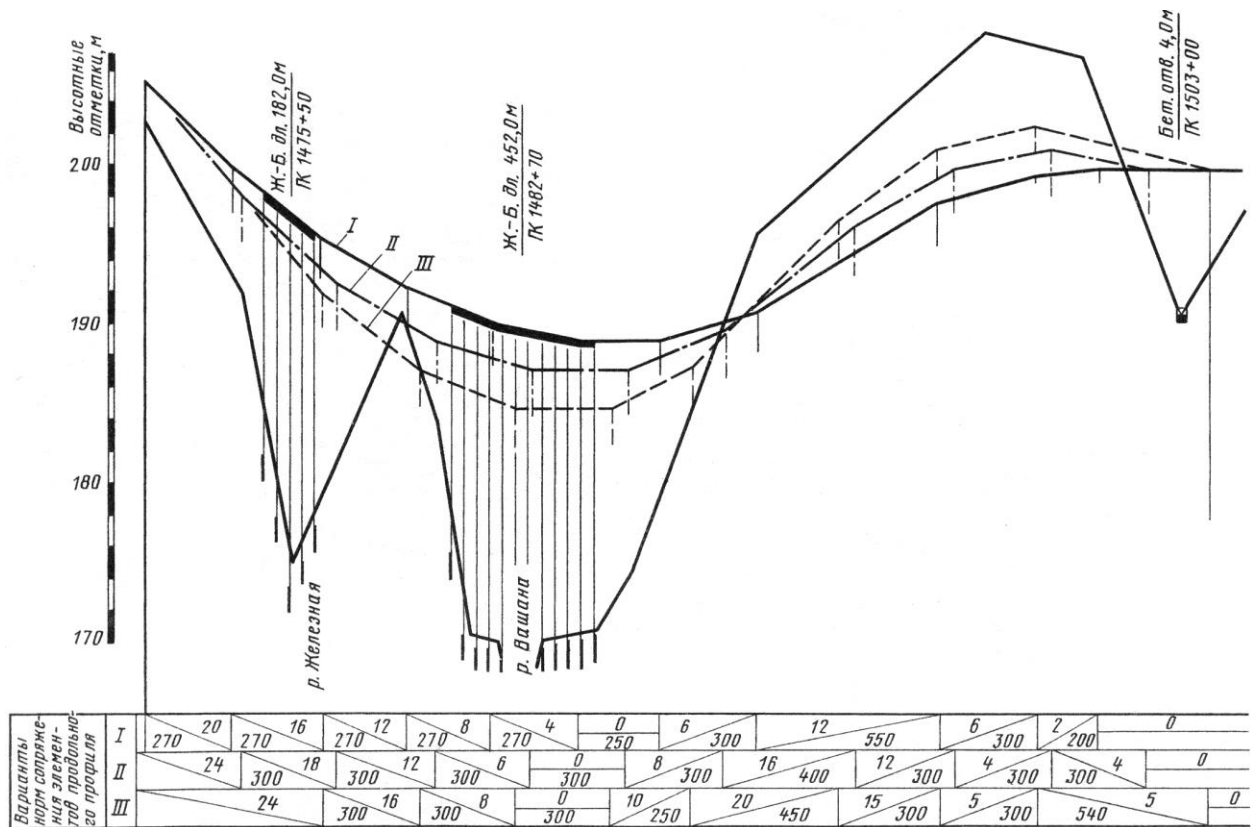


Рисунок 2.4 - Варианты поперечного профиля за різних норм сполучення

Вплив різних варіантів проектування поперечного профілю на обсяги й вартість будівельних робіт враховувався шляхом визначення витрат на спорудження земляного полотна, мостів, естакад, шляхопроводів і водопропускних труб. У розрахунках враховувалася також вартість відчужуваної землі, площа якої залежить від конструкції нижньої будови колії (насип або естакада), а у випадку спорудження земляного полотна – від висоти насипів і глибини виїмок.

Серед складових будівельних витрат значною є вартість земель, відчужуваних під спорудження магістралі, яка може становити до 50 % вартості спорудження земляного полотна (рис. 2.5). Отже, площа смуги відводу й відповідна їй вартість відчужуваних земель може відігравати істотну роль у формуванні показника сумарних будівельних витратах, особливо при високій одиничній вартості відчужуваних земель.

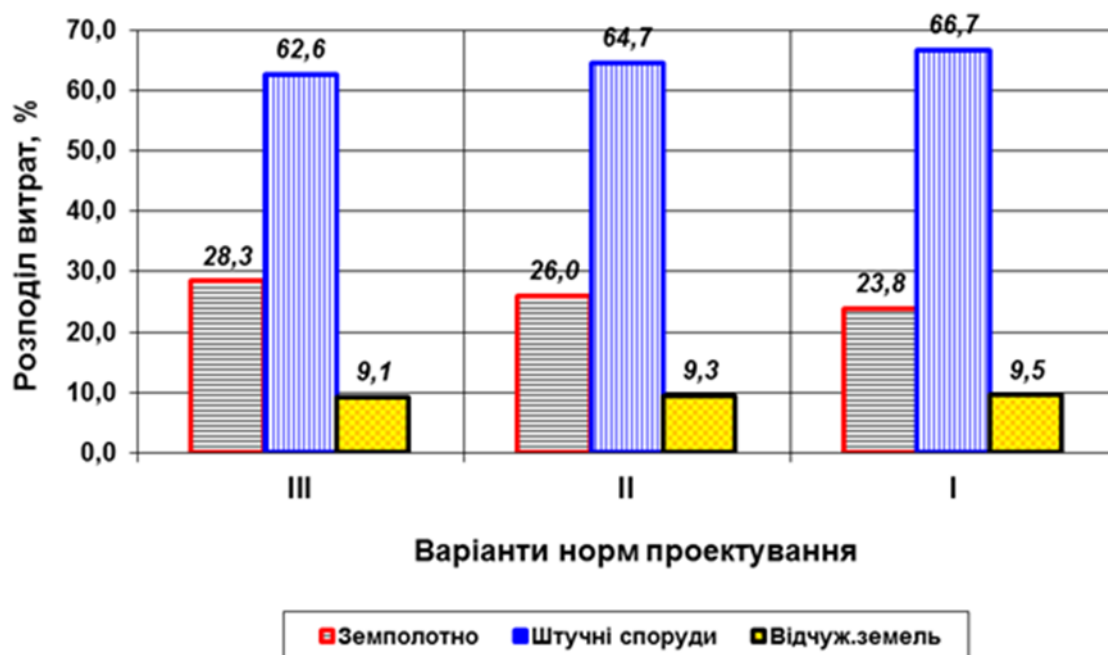


Рисунок 2.5 - Складові вартості будівництва ВШМ (у відсотках)

При русі високошвидкісного поїзда крім зусиль від переломів профілю в автозчепних пристроях діють зусилля від сили тяги чи гальмування (в залежності від режиму руху). Складаючись, ці зусилля можуть при певних умовах досягати неприпустимо високих значень. Максимуму слід очікувати у випадку збігу зусилля, що виникає при русі по опуклому перелому, з раптовим додатком найбільшої можливої сили тяги. З урахуванням вищевикладеного, слід приймати на опуклих переломах профілю (горб) $\alpha_b \leq 0,3 \text{ м/с}^2$ на увігнутих переломах профілю $\alpha_b \leq 0,4 \text{ м/с}^2$, а радіус локальної вертикальної кривої (км) визначати за формулою (2.1)

2.2.6 Встановлення мінімального радіусу кривих в плані

Розглянемо, як параметри плану ВШМ узгоджуються з європейськими нормативами й прийнятим рівнем максимальної швидкості. З рівнем швидкості тісно пов'язаний такий основний параметр плану лінії, як мінімальний радіус кругової кривої. У спеціальних технічних умовах (СТУ, 2009 р.) для проектування, будівництва та експлуатації ВШМ вказано, що значення мінімально допустимого радіуса кривих у плані для різних інтервалів швидкості

руху поїздів визначаються за умови забезпечення: непогашеного поперечного прискорення не більше $0,4 \text{ м/с}^2$ (у важких умовах за погодженням із замовником непогашене поперечне прискорення може бути збільшено до $0,7 \text{ м/с}^2$ [28]). У СТУ зазначається, що ВШМ проектується на максимальну швидкість руху пасажирських поїздів до 400 км/год при статичному навантаженні на вісь не більше 170 кН, а також на пропуск спеціальних поїздів зі швидкостями не більше 120 км/год при максимальному статичному навантаженні на вісь 230 кН. Отже, виникає необхідність при визначенні мінімального радіуса враховувати не тільки рівень максимальної швидкості, але й тип поїздів, що обертаються на високошвидкісній магістралі.

У країнах, де впроваджено високошвидкісний рух поїздів, нормативи мінімального радіуса кривих відрізняються (табл. 2.6).

Таблиця 2.6 - Мінімальні радіуси кривих у різних країнах

Параметр	Країна									
	Франція		Німеччина			Італія		Іспанія		Бель-гія
Тип руху	Пас.	Пас.	Пас.-вант.	Пас.	Пас.	Пас.-вант.	Пас.-вант.	Пас.	Пас.	Пас.
Максимальна проектна швидкість, км/год	300	350	300	300	350	250-300	350	270	350	320
Мінімальний радіус кривих для максимальної швидкості, м	4000	6250	4000	3350	5120	5450	7000	4000	6500	4800

Для плану траси високошвидкісних закордонних залізниць характерні криві радіусами 4000–6000 м. У проєкті нової залізничної лінії TGV Est (Париж – Реймс – Страсбург – напрямок на Германію) найменший радіус кривої прийнятий 6250 м, а у виняткових умовах допускається використання радіуса

5556 м. Некратні значення радіусів відповідають цілим значенням стріл при 20-метровій хорді: 8 мм при радіусі кривої 6250 м і 9 мм при радіусі 5556 м.

На нових залізницях Каліфорнії, згідно з технічною інструкцією [30], яка створена на основі TSI [34], для забезпечення швидкості 350 км/год бажаним радіусом кривої є 10700 м, мінімальний радіус – 6700 м, у виняткових умовах можна використати радіус кривої 6000 м. Мінімальний радіус кривої визначається залежно від підвищення зовнішньої рейки.

З табл. 2.6 випливає, що на швидкісних виключно пасажирських напрямках значення мінімального радіуса в 1,2-1,4 разу менше, ніж при такій самій швидкості на напрямках з поєднаним пасажирським і вантажним рухом.

Необхідно зауважити, що в країнах, які не входять до ЄС, але мають ВШМ (Японія, Південна Корея, Тайвань, США, КНР), розроблені й діють свої нормативні бази. В Росії ВАТ «РЖД» здійснює роботу з вивчення нормативної бази високошвидкісного залізничного транспорту ЄС та інших країн, створюють власну нормативну базу, сумісну за основними компонентами з базою, використовуваною в передових у технічному відношенні країнах. Засадним документом у цій галузі є «Технічний регламент Митного союзу про безпеку високошвидкісного залізничного транспорту» [34].

Залежно від класифікації ВШМ застосовують різні розрахункові формули і, як результат, отримано різні параметри плану й поздовжнього профілю.

До відмінностей, що спостерігаються в різних країнах, слід віднести такий параметр плану лінії, як підвищення зовнішньої рейки. Як правило, підвищення зовнішньої рейки обмежено 6 дюймами (152 мм) або менше, як у США; незбалансоване підвищення зовнішньої рейки – 3 дюймами (76 мм). Проте в минулому деякими залізницями використовувалися й інші значення з метою забезпечення більш високих швидкостей пасажирських поїздів. На сьогодні на підвищення зовнішньої рейки встановлено обмеження 4 дюйми (101 мм) або менше на лініях з переважно вантажним рухом поїздів і 6 дюймів (152 мм) на лініях з переважно пасажирським рухом.

Максимальне значення підвищення зовнішньої рейки від 160 мм (6 ¼ дюйма) до 180 мм (7 дюймів) є загальним на лініях пасажирських перевезень за межами Північної Америки. Деякі системи дозволяють підвищення вище 160 мм тільки на коліях з безбаластною основою на плитах. У системі Сіинкансен максимальним є підвищення 180 мм, але дозволяється до 200 мм (7 7/8 дюймів) за певних обставин без посилення на тип конструкції колії чи швидкість поїздів.

Практичне обмеження незбалансованого підвищення зовнішньої рейки пов'язане з комфортом їзди пасажирів. Безпечні межі незбалансованості для пасажирського рухомого складу значно перевищують межі комфорту. Обмеження незбалансованості Федеральною залізничною адміністрацією для пасажирських ліній США становить 4 дюйми (100 мм). TSI дозволяє більш високі обмеження (від 180 мм (7 дюймів) до 130 мм (5,1 дюйма) при швидкості до 300 км/год (186 миль/год). У системі Сіинкансен дозволяється незбалансованість 110 мм (4 3/8 дюйми) без посилення на тип конструкції колії чи швидкість поїздів [35].

У зв'язку з вищевикладеним, в роботі [13] розглядалося два розрахункових варіанти високошвидкісної магістралі: виключно пасажирський рух (умовно тип І) і переважно пасажирський рух, коли інфраструктура ВШМ може використовуватися для пропуску пасажирських поїздів далекого прямування та спеціальних контейнерних поїздів зі швидкостями до 160 км/год (умовно тип ІІ).

Якщо розглядається перший варіант – виключно пасажирський рух, то мінімальний радіус кривої R_{\min} можна визначити з відомої формули підвищення зовнішньої рейки

$$R_{\min}^I = \frac{V_{\max}^2}{3,6^2 \left(\left[\alpha_{\text{нп}}^{\text{пс}} \right] + \frac{gh}{S} \right)}, \quad (2.2)$$

де V_{\max} – максимальна допустима швидкість для пасажирських поїздів, км/год;

$\alpha_{\text{нп}}^{\text{пс}}$ – непогашене прискорення для пасажирських поїздів, $\alpha_{\text{нп}}^{\text{пс}} = 0,4 \text{ м/с}^2$;

g – прискорення сили тяжіння, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$;

h – величина підвищення зовнішньої рейки, мм;

S – відстань між осями рейок, S становить відповідно 1500 мм для європейських залізниць і 1600 мм для залізниць країн СНД.

За результатами розрахунків за формулою (2.2) побудовано графіки залежності підвищення зовнішньої рейки від радіуса кривої (рис. 2.6) і отримано значення мінімальних радіусів кривих R_{\min} , що наведені в табл. 2.7.

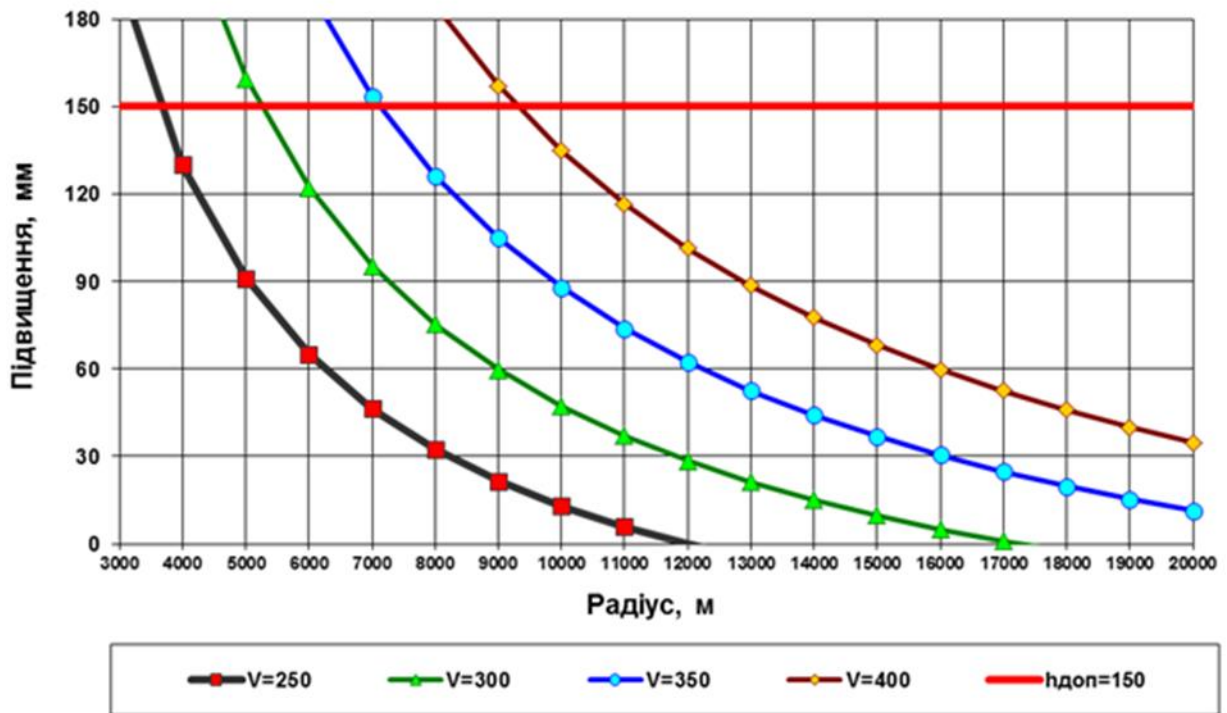


Рисунок 2.6 - Графіки залежності підвищення зовнішньої рейки від радіуса кривої для заданого рівня максимальної швидкості (тип ВШМ I – виключно швидкісний рух)

Найбільша величина підвищення зовнішньої рейки на залізницях Франції незалежно від швидкості складає 180 мм, у той час як у країнах СНД 150 мм (експлуатаційні норми), а СТУ [28] при проектуванні ВШМ передбачено підвищення 140 мм, що стосується, насамперед, залізничної колії на баласті. Перевага безбаластової колії в тому, що в кривих можна колію укласти з підвищенням на 10-20 % більшим. Завдяки цьому при однаковій швидкості

радіус кривої може бути меншим (див. табл. 2.7), що дає можливість при прокладанні траси краще вписуватися в рельєф місцевості.

Таблиця 2.7- Мінімальне значення радіуса кривих
(тип ВШМ І – виключно швидкісний рух)

Максимальна швидкість, км/год	Мінімальне значення радіуса (м) для виключно швидкісного руху (тип магістралі І) при відповідному підвищенні зовнішньої рейки в кривих		
	Україна		SNCF
	140 мм	150 мм	180 мм
250	3800	3700	3000
300	5500	5300	4500
350	7500	7200	6000
400	9800	9300	7700

При переважно пасажирському русі та наявності поїздів інших категорій, наприклад, швидкісних вантажних (суміщений рух), мінімальний радіус кривої встановлюється за умови, що

$$\left. \begin{aligned} h_{\min} &\leq h \leq h_{\max}; \\ h_{\min} &= \frac{A \cdot V_{\max}^2}{R} - I; \\ h_{\max} &= \frac{A \cdot V_{\min}^2}{R} + E, \end{aligned} \right\}$$

де: h_{\min} – мінімально допустиме підвищення зовнішньої рейки для пасажирських поїздів, мм;

h_{\max} – максимально допустима величина підвищення зовнішньої рейки для вантажних поїздів, мм;

A – коефіцієнт, що залежить від ширини колії, відповідно для європейських залізниць $A=11,8$, для залізниць країн СНД $A=12,5$;

V_{\min} – мінімальна швидкість вантажного поїзда, км/год;

I – нестача підвищення зовнішньої рейки, $I = \frac{S}{g} \alpha_{\text{нп}}^{\text{пс}}$, мм;

E – надлишок підвищення зовнішньої рейки $E = \frac{S}{g} \alpha_{\text{нп}}^B$, мм ($\alpha_{\text{нп}}^B$ – непогашене прискорення для вантажних поїздів (- 0,3), м/с²).

За умови (2.3) мінімальний радіус для при суміщеному русі поїздів визначається із співвідношення

$$\frac{A \cdot V_{\min}^2}{h - E} \leq R \leq \frac{A \cdot V_{\max}^2}{h + I}, \quad (2.4)$$

де h – підвищення зовнішньої рейки в кривій, мм.

За умови (2.4) отримані залежності підвищення зовнішньої рейки від радіуса кривої для заданого рівня максимальної швидкості, рис. 2.7.

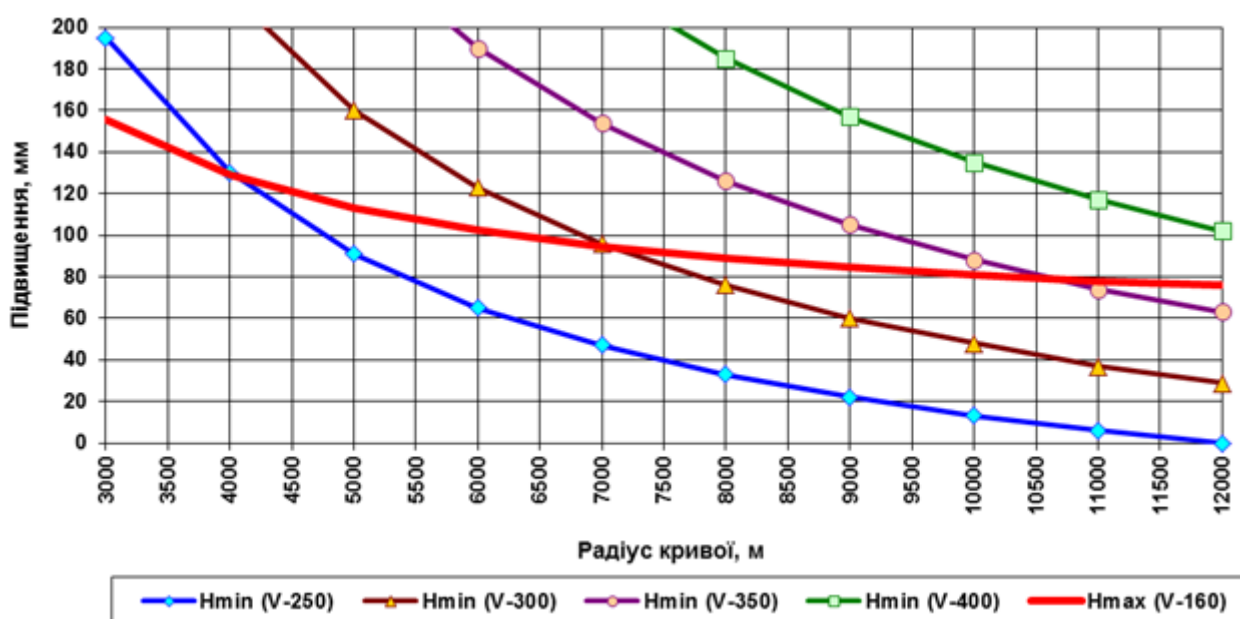


Рисунок 2.7 - Графіки залежності підвищення зовнішньої рейки від радіуса кривої для заданого рівня максимальної швидкості (тип ВШМ II – суміщений рух)

У наведеному прикладі (рис. 2.7) швидкість вантажних поїздів прийнята 160 км/год. Якщо ж швидкість буде меншою, наприклад 120 чи 140 км/год, то мінімальний радіус збільшується (табл. 2.8). Прокладання траси з такими параметрами кривих неймовірно збільшить обсяги робіт, а отже й вартість будівництва.

**Таблиця 2.8 - Мінімальне значення радіуса кривих
(тип ВШМ II – суміщений рух)**

Швидкість, км/год		Радіус, м	Підвищення, мм
максимальна	мінімальна		
250	120	5300	85
300	120	8300	75
350	120	12000	65
400	120	16000	60
250	140	4700	100
300	140	7800	80
350	140	11300	70
400	140	15500	65
250	160	4000	130
300	160	7000	95
350	160	10600	80
400	160	15000	70

З наведеного вище аналізу випливає, що сполучення високошвидкісного й вантажного руху поїздів є небажаним, бо виникають суттєві обмеження геометрії колії через дефіцит підвищення зовнішньої рейки в кривих. Враховуючи вищевикладене, слід вважати доцільним на напрямках впровадження високошвидкісного руху забезпечити суто пасажирський рух.

2.2.7 Проектування перехідних кривих і прямих вставок

Зростаючі вимоги безпеки й плавності при впровадженні високошвидкісного руху поїздів стали поштовхом до розвитку теорії перехідних кривих і методів їх проектування. Сьогодні добре вивчені властивості багатьох математичних кривих, які можуть бути використані як перехідні криві: радіїдальна спіраль, лемніската Бернуллі, кубічна парабола, парабола четвертого ступеня, швидкісна крива та ін. [13]. Аналіз властивостей перехідних кривих показав, що найпростіші математичні криві не повною мірою відповідають вимогам їх улаштування, утримання й експлуатації.

На лініях японського Сінкансен для всіх ліній, на яких швидкість руху понад 100 км/год, застосовується напівсинусоїдальна спіраль. На французьких

залізницях використовують клотоїдну спіраль, але при цьому влаштовують перехідну на кінцях і називають її «doucine» («викруження»). Їх довжина на лініях TGV 40 м і 20 м на лініях з нижчими швидкостями.

Довжина перехідної кривої з прямолінійним відводом підвищення зовнішньої рейки в кривій визначається за формулою (2.5) або за табл. 2.9

$$l_{\text{пер}} = \frac{h}{1000 \cdot i_{\text{отв}}} \quad (2.5)$$

Таблиця 2.9 - Довжина перехідних кривих при максимальному підвищенні зовнішньої рейки 150 мм

Параметр	Значення			
V_{max} , км/год	250	300	350	400
$i_{\text{отв}}$, мм/м	0,50	0,45	0,40	0,37
$l_{\text{пер}}$, м	300	330	380	400

За результатами згасання коливань була підтверджена правомірність лінійної залежності довжини прямої вставки від швидкості руху.

Рекомендована довжина прямих вставок між початковими точками перехідних кривих повинна бути не менше 400 м. Мінімально допустиме значення приймається за табл. 2.10 [33].

Таблиця 2.10 - Мінімально допустима довжина прямої вставки

Умови проектування	Мінімальна довжина прямої вставки d_{min} , м, при швидкості V , км/год,	
	$250 \leq V \leq 300$	$300 \leq V \leq 350$
Нормальні	$d \geq \frac{V}{1,5}$	$d \geq 250$
Складні	$d \geq \frac{V}{2}$	$d \geq 200$

2.3 Прогнозування пасажирських перевезень

2.3.1 Критерії доцільності спорудження ВШМ

В опублікованих закордонних дослідженнях, присвячених аналізу ефективності реалізованих у різних країнах проектів високошвидкісних магістралей, констатується, що транспортний коридор, передбачуваний для спорудження ВШМ, повинен мати певні соціально-економічні характеристики. Сумарне населення зони тяжіння до ВШМ має бути не менше 20-25 млн чоловік, а загальний сумарний пасажиропотік (в обох напрямках), що склався в цьому транспортному коридорі до моменту початку експлуатації ВШМ, має становити не менше 5-6 млн пасажирів на рік [13].

Істотними факторами, що визначають успіх проектів ВШМ, є економічні показники розвитку країни й конкретних територій транспортних коридорів, а також матеріальне становище громадян, які проживають в зоні тяжіння ВШМ.

При дослідженні полігона майбутньої мережі ВШМ доцільно розглядати напрямки, які вже мають залізничні лінії. Транспортні потоки на таких напрямках найбільш інтенсивні. Таким чином, наявність залізниці – один з важливих критеріїв визначення напрямків, перспективних для організації високошвидкісного руху поїздів.

З метою оцінки доцільності будівництва ВШМ можна використати класифікацію основних критеріїв [18] для визначення напрямку магістралі (рис. 2.8).

Перша група критеріїв характеризує агломерацію, яка тяжіє до проектованої ВШМ. Друга група критеріїв характеризує техніко-економічний потенціал напрямків перспективної мережі ВШМ. Довжина ліній варіюється, як правило, у діапазоні від 400 до 900 км, що пов'язано з можливістю конкурувати з авіасполученням. Вартість спорудження ВШМ залежить від довжини лінії й складності умов будівництва. За міжнародними оцінками середня вартість 1 км високошвидкісної магістралі становить близько 25 млн євро [18].



Рисунок 2.8 - Класифікація основних критеріїв для визначення перспективних напрямків спорудження ВШМ

Прогнозування пасажирських транспортних потоків на перспективу є найважливішою і невід'ємною частиною складного процесу проектування ВШМ. Напрямок ВШМ і її параметри визначаються обсягами пасажирських перевезень.

2.3.2 Математичні моделі для прогнозування пасажиропотоків

Прогнозуванню пасажирських потоків присвячено багато наукових праць. Глибокий аналіз різних моделей і підходів виконано в роботі [36].

Перші спроби використання математичних методів для прогнозування сягають кінця XIX століття, коли А. Веллінгтон (США) і Е. Лілль (Австро-Венгрія) зробили спробу встановити математичну залежність між величиною транспортного потоку, населенням кореспондуючих пунктів і відстанню між

ними. Пізніше були запропоновані модифікації цієї моделі, які здобули назву «гравітаційні» [36].

В основі цих моделей лежить твердження, що між двома великими населеними пунктами існує транспортне "тяжіння", прямо пропорційне добутку чисельності населення цих пунктів і обернено пропорційне відстані між ними в степені β

$$P_{ij} = \alpha_{ij} \frac{P_i \cdot P_j}{L_{ji}^\beta}, \quad (2.6)$$

де P_{ij} – потік з пункту i в пункт j ;

α_{ij} – коефіцієнт пропорційності;

P_i, P_j – чисельність населення відповідно в пунктах i, j ;

L_{ij} – відстань між населеними пунктами;

β – стала величина.

Слід зауважити, що моделі, розроблені як «гравітаційні», набули широкого застосування. Обсяг перевезень пасажирів розраховувався за формулою

$$P_{AB} = k_m \frac{H_A H_B}{f(L_m, T_m)}, \quad (2.7)$$

де k_m – коефіцієнт моделі.

З формули (2.7) випливає, що обсяг пасажирських перевезень P_{AB} між двома кінцевими містами A і B залежить від кількості населення в цих містах H_A, H_B , частоти поїздок f , довжини маршруту L_m і тривалості поїздки високошвидкісним поїздом T_m між містами A і B .

Аналізуючи формулу (2.7), видно, що вона не враховує транзитний пасажиропотік, який доцільно частково перевести на швидкісне сполучення.

На відміну від формули (2.7), у роботі [12] наведено формулу для розрахунку прогнозованих обсягів пасажирських перевезень, яка враховує транзитні потоки пасажирів через територію України й чисельність населення в містах, охоплених високошвидкісною мережею:

$$P_{AB} = 2 \frac{(H_A + T_A) \cdot (H_B + T_B)}{H_{\text{ВШМ}} + T_{\text{ВШМ}}} \cdot k_{\text{рух}}^{\text{н}} \cdot k_t \cdot k_{\text{дод}}, \quad (2.8)$$

де P_{AB} – прогнозна річна кількість перевезених пасажирів між двома містами A і B , тис. чол.;

H_A, H_B – населення міст відповідно A і B , тис. чол.;

T_A, T_B – транзитний пасажиропотік по станції A та у зворотному русі зі станції B , тис. чол.;

$H_{\text{ВШМ}}$ – загальна кількість населення на всіх станціях високошвидкісної магістралі, тис. чол.;

$T_{\text{ВШМ}}$ – транзитний пасажиропотік по всім станціям високошвидкісної магістралі, тис. чол.;

$k_{\text{рух}}^{\text{н}}$ – рухливість населення України по ВШМ, частка;

k_t – коефіцієнт, що враховує термін поїздки пасажирів на заданій ділянці відповідно до середнього терміну поїздки 4 години, який коливається в межах від 0,75 до 1,25, частка;

$k_{\text{дод}}$ – коефіцієнт, що враховує додатково частоту поїздки пасажирів на заданій ділянці (відрядження, пересадку на літак, відпочинок, туризм), який коливається в межах від 0,75 до 0,9 для обласних міст з населеністю до 600 тис. осіб та міст Кривий Ріг, Мелітополь і Маріуполь; 0,9 – 1,1 для обласних міст з населеністю 600-1000 тис. осіб та міст Львів і Харків, 1,3 – 1,5 для міст Київ, Одеса.

Визначимо зону тяжіння і обсяги пасажиропотоку відповідно до рис. 2.9. і 2.10.

На рис. 2.9 представлено зони тяжіння до майбутньої мережі ВШМ в Україні, що включають такі міста, економічні й туристичні центри:

- Київ (столиця України) і Київська область, у місті Києві налічується близько 2,9 млн жителів;
- Туристичні регіони – Одеса (понад 1 млн чол.), Миколаїв (500 тис. чол.), Херсон (300 тис. чол.), Сімферополь і Севастополь (близько 700 тис. чол.);

- Західний регіон. У Львові проживають 730 тис. чол., а у області – більше 2,5 млн жителів;
- Закарпатська область розташована на краю Західної України по сусідству з одразу 4 країнами: Польща, Словаччина, Угорщина і Румунія. У Закарпатті діє понад 250 курортів різних напрямків та екскурсійні об'єкти туризму та відпочинку.

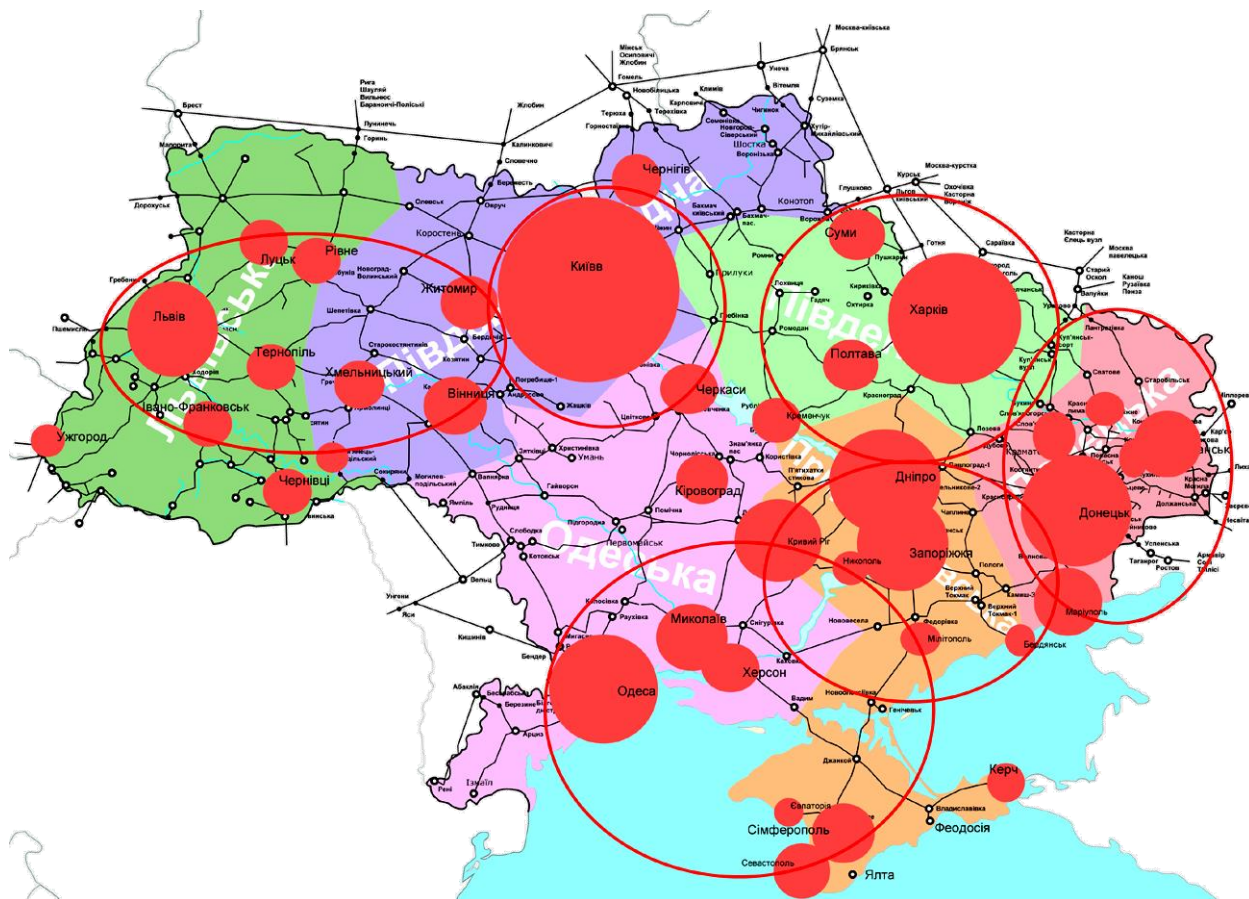


Рисунок 2.9 - Зони тяжіння пасажирських перевезень

Грунтуючись на прогностичних даних [21], передбачається, що в Україні в 2035–2040 роках щорічно послугами високошвидкісної мережі будуть користуватися близько 130 мільйонів пасажирів. Зазначені обсяги перевезень відповідають щорічному обороту 54 млрд пас.-км. Одна із можливих схем розвитку в Україні ВШМ [11] наведена на рис. 2.10.

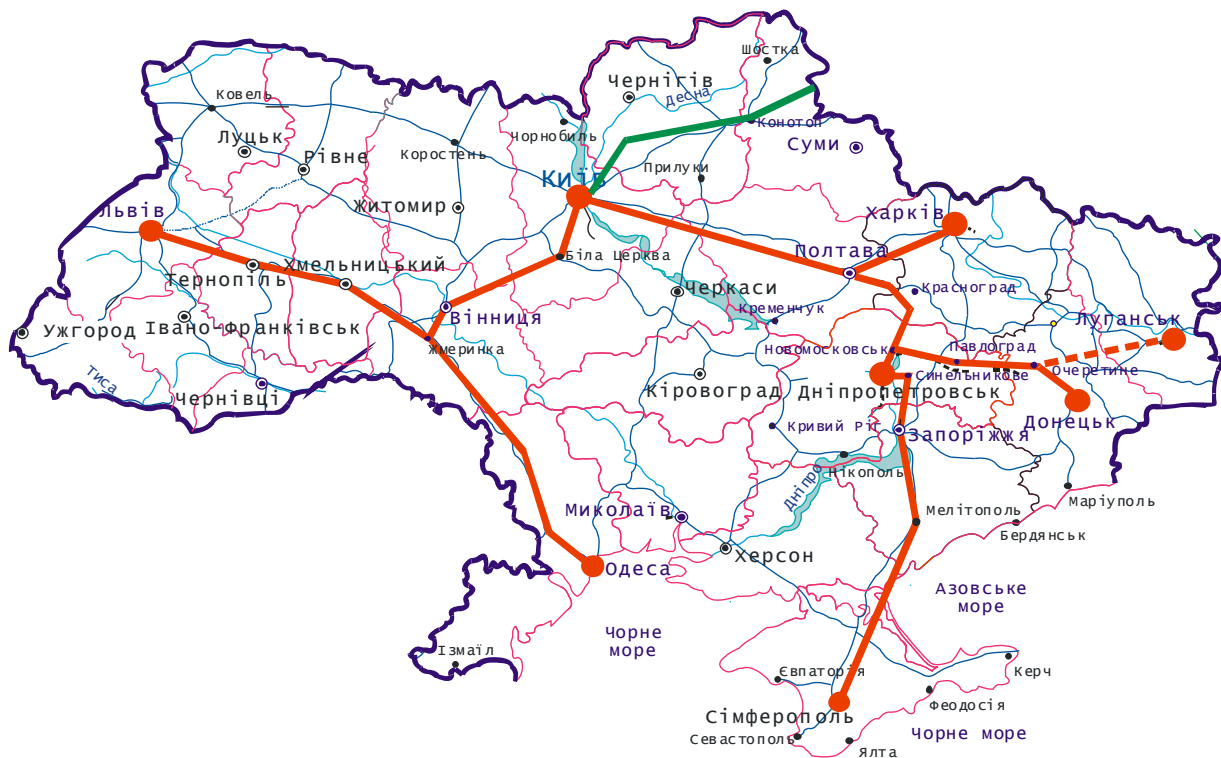


Рисунок 2.10 – Прогнозні варіанти мережі ВШМ

Основним призначенням нової ВШМ Одеса-Львів, яка розглядається в магістерській роботі, є забезпечення великих обсягів пасажирських перевезень між двома й більше обласними містами і їх районами тяжіння з мінімальними втратами часу пасажирями. Прилеглисть великих населених пунктів до обраного напрямку ВШМ визначає розміри пасажирських перевезень і доходи від експлуатації.

На рис. 2.11 наведено чисельність населення на 01.01.2021 р. (у тис. осіб), яке проживає у містах, що тяжіють до ВШМ Одеса – Львів.

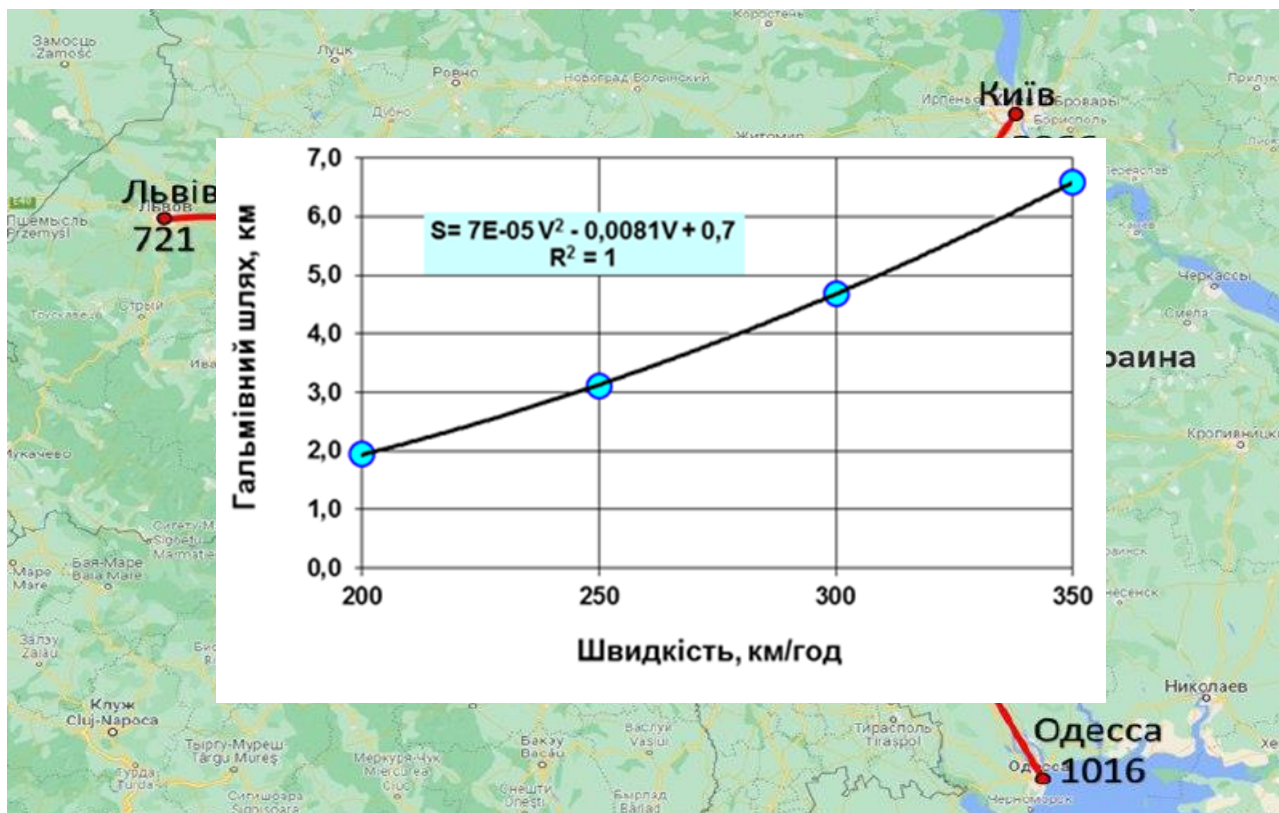


Рисунок 2.11 – Чисельність населення у містах, що тяжіють до високошвидкісної магістралі

Прогнозна річна кількість перевезених пасажирів між трьома містами визначається за формулою:

$$P_{\text{Од-Льв}} = k_m \frac{H_1 \cdot H_2 \cdot H_3}{H_1 \cdot H_2 + H_1 \cdot H_3 + H_2 \cdot H_3} \cdot k_{\text{рух}}^n \cdot k_t \cdot k_{\text{дод}} \quad (2.9)$$

У формулі (2.4) H_1, H_2, H_3 – населення міст відповідно Одеси, Вінниці і Львова, тис. осіб.

Результати розрахунків за формулою (2.9) для різних напрямків високошвидкісного руху наведені в табл. 2.11.

Як було зазначено раніше, загальний сумарний пасажиропотік (в обох напрямках) має становити не менше 5-6 млн пасажирів на рік. З табл. 2.11 випливає, що за розрахунковий пасажиропотік може бути прийнято 2,1 млн. пас./рік між містами і 1,6 млн. пас./рік як транзит, тобто сумарно 3,7 млн пасажирів на рік, що менше рекомендованого значення.

Таблиця 2.11 - Прогнозна річна кількість перевезених пасажирів

Напрямок	Кількість перевезених пасажирів між двома містами, тис. пас./рік
Одеса - Вінниця	1325
Одеса - Київ	3689
Одеса - Львів	2056
Львів – Вінниця	1194
Вінниця - Київ	1608
Львів - Київ	2828

З метою підвищення ефективності ВІМ можна запланувати перевезення вантажів прискореними поїздами в контейнерах, наприклад, з Одеського порту.

Реалізація масштабного інвестиційного проєкту передбачає великі інвестиційні витрати й потребує застосування відповідних методів оцінки ефективності.

На кафедрі «Транспортна інфраструктура» розроблена модель прогнозування й оцінки ефективності здійснення залізничних перевезень з урахуванням усіх витрат за показником NPV [37]:

$$NPV(t) = \sum_{t=0}^{T_p} (D_t - K_t^i - K_t^l - K_t^g - C_t - C_{st}) \eta_t, \quad (2.10)$$

де D_t – прогнольні річні доходи, які будуть отримані як плата за перевезення вантажів і пасажирів у внутрішньому й міжнародному залізничному сполученні;

K_i – прогнольні інвестиції для реконструкції інфраструктури залізниці й прикордонної станції, що забезпечують перевезення й технологічні операції з вантажем;

K_l, K_g – прогнольні річні вкладення на придбання, відповідно, локомотивів і вагонів;

C_t , C_{st} – прогнольні річні експлуатаційні витрати на здійснення перевезень і витрати, що залежать від виду технологічних операцій і часу перебування вагонів на станції стикування колій різної ширини;

η_t - коефіцієнта дисконтування різночасових витрат.

Для визначення плати за перевезення вантажів використовувався Міжнародний залізничний транзитний тариф (МТТ), який застосовується для відправки вантажів, а також при перевезеннях через прикордонні й припортові станції [38].

2.3.3 Визначення доцільності поєднання на ВШМ пасажирського й вантажного руху

Для визначення найбільш раціонального поєднання на новій трасі високошвидкісних пасажирських і спеціалізованих вантажних перевезень розглядались різні комбінації: рис. 2.12 і рис. 2.13.

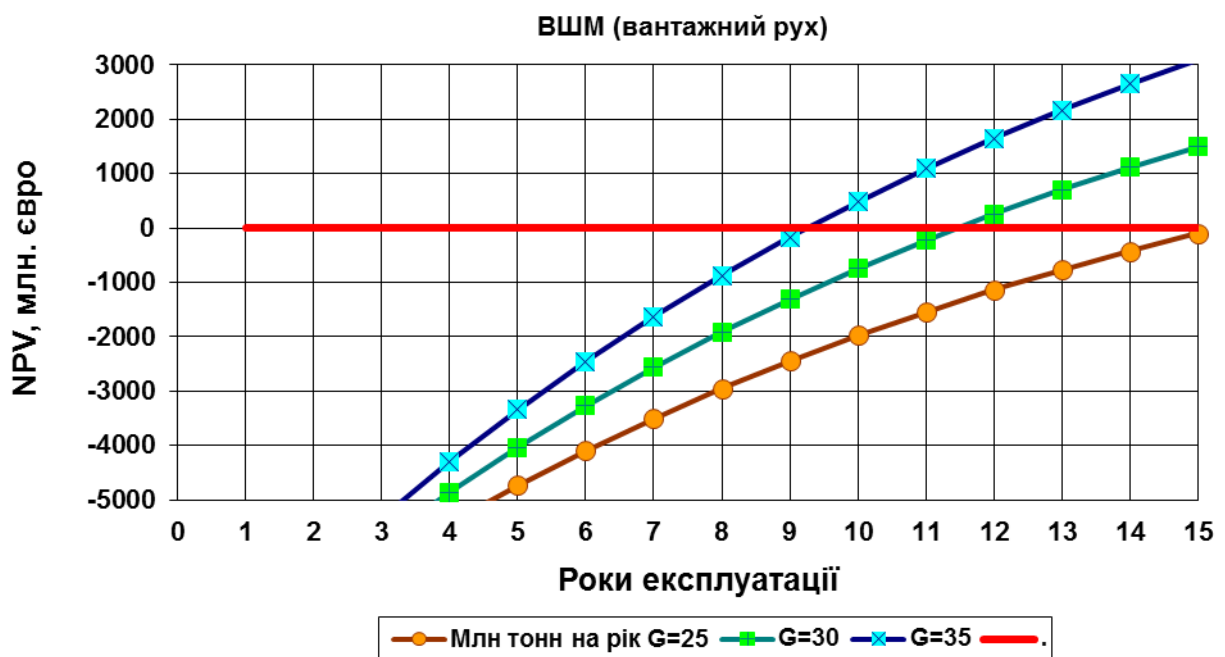


Рисунок 2.12 – Діаграма розподілу NPV за роками (вантажний рух)

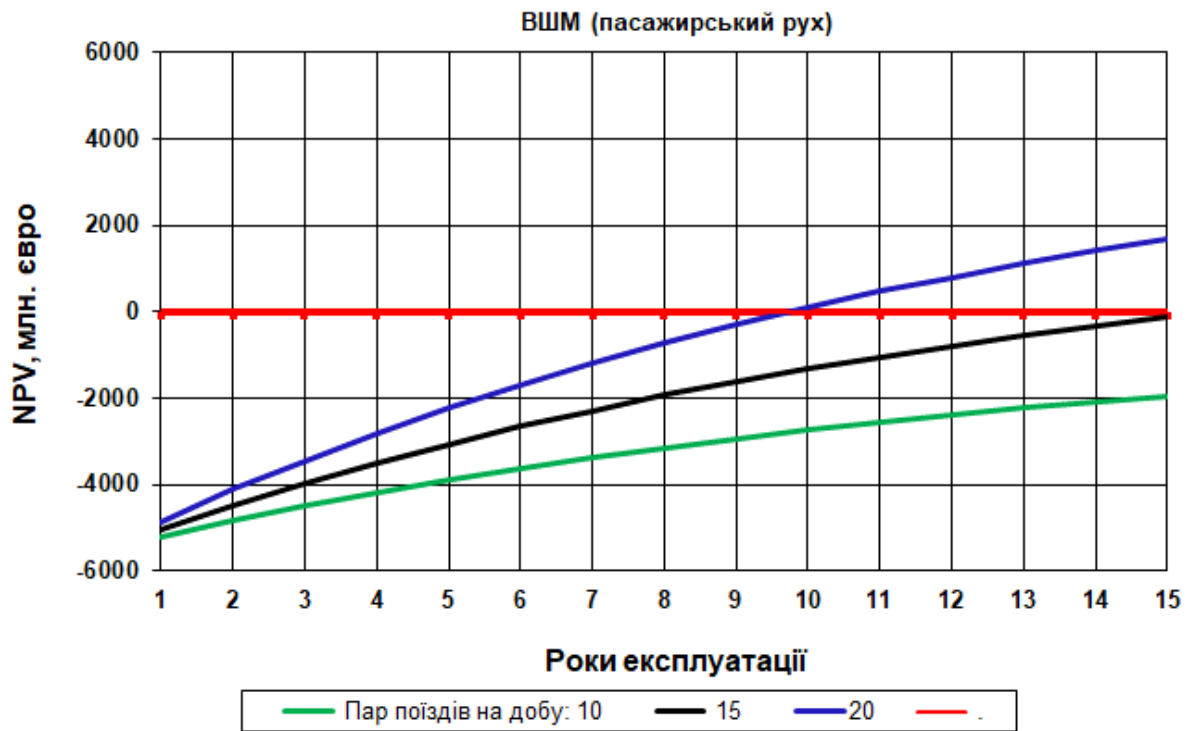


Рисунок 2.13 – Діаграма розподілу NPV за роками (пасажирський рух)

Відповідно до рис. 2.12 і 2.13 чистий дисконтований дохід буде складатися

$$NPV = NPV_{nac} + NPV_{ван} \geq 0$$

Аналіз результатів, отриманих за формулою (2.10) показав, що організація швидкісного руху на напрямку Одеса-Львів може буде виправдана при річних обсягах вантажних перевезень 30-35 млн тонн (рис. 2.12) і обсягах пасажирського руху 10-15 пар поїздів на добу (рис. 2.13).

РАЙОН ПРОЕКТУВАННЯ. ФОРМУВАННЯ ЦММ НА ОСНОВІ СУПУТНИКОВОЇ ЗЙОМКИ. ВИБІР ПОЛОЖЕННЯ ТРАСИ.

3.1 Загальні положення.

Проведений аналіз вітчизняних та зарубіжних досліджень показав, що пасажир вибирає для подорожі поїзд, якщо час поїздки становить 3 – 4 години. Отже, заманювання пасажирів при відстанях до 1000 км необхідно реалізувати маршрутну швидкість лише на рівні 250 км/год. Виходячи з того, що середнє співвідношення між маршрутною та максимальною швидкостями становить 0.7 – 0.85, необхідно забезпечити максимальну швидкість на рівні 300 – 320 км/год. Практично рівень реалізованої швидкості визначатиметься типом рухомого складу, параметрами плану шляху та станом інфраструктури.

Для проектування ділянок Жмеринка – Тернопіль, Тернопіль – Львів напрямом Одеса – Львів прийнято експлуатаційно-технічні параметри згідно з рекомендаціями Організації співробітництва залізниць (ОСЗ), які відповідають параметрам спеціалізованих високошвидкісних ліній, рекомендованих Директивою.

Передбачається будівництво нової, двоколійної, електрифікованої, спеціалізованої виключно для обігу високошвидкісного рухомого пасажирського складу залізничної лінії шириною колії 1520 мм з окремими технологічними з'єднаннями її з існуючою мережею залізниць .

Траса ВШМ Жмеринка – Львів охоплює територію чотири адміністративних областей України, проходить територією Вінницької Хмельницької Тернопільської та Львівської областей.

Основні критерії вибору напрямку проходження траси базувалися на збалансованому списку наступних принципово важливих умов:

- Максимальне скорочення довжини ВШМ;
- забезпечення оптимальних техніко-експлуатаційних та будівельних показників лінії (зменшення кількості кривих, великих штучних споруд, об'єктів земляних робіт тощо);

					051.130281.MP.2018.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		52

- скорочення площі земель, що займатимуться як у постійне, так і у тимчасове користування, збитків сільськогосподарським угіддям;
- Забезпечення нормативних санітарних вимог до населених пунктів у зоні впливу ВШМ.

3.2 Район проектування

3.2.1 Рельєф та клімат Вінницької області.

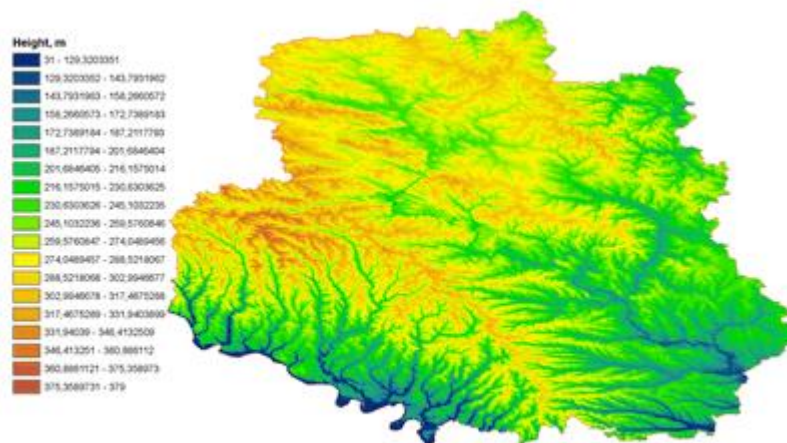


Рисунок 3.1 – Рельєф Вінницької області

Вінницька область розташована в лісостеповій смузі правобережної частині.

Більша частина Вінницької області розташована на Волино-Подільській та Придністровській височинах. Поверхня її — підвищене плато, яке понижується в напрямку з північного заходу до південного сходу. За характером рельєфу територія області (рис. 3.1) — хвиляста рівнина, порізана численними долинами річок, ярами і балками, особливо в районі Придністров'я.

В області густа мережа річок, які належать до басейнів Південного Бугу, Дністра та Дніпра. Через всю її територію, з північного заходу на південь та південний схід, протяжністю 320 км протікає Південний Буг. В його руслі часто трапляються бар'єри, перекати, загати, створені брилами граніту. На Вінниччині

Південний Буг приймає понад 30 приток, найбільші з них — Згар, Рів та Соб.

На притоках багатьох річок створено численні ставки. їх в області — 2585, площа дзеркала становить 20 тис. га. Найбільше ставків розташовано у Вінни-цькому, Барському, Жмеринському, Тульчинському, Калинівському та Літинському районах. На Вінниччині поширена лісостепова рослинність. Ліси займають тут 313 тис. га, чагарники — 10,7 тис. га.

Великі масиви лісів розкинулись у південно-східній і центральній частині області. Найбільший з них Чорний ліс (понад 12 тис. га). Переважають широколисті мішані дерева (граб, ясен, липа, клен, дуб). Основна порода — граб. Подекуди зустрічаються рідкісні дерева — платан, веймутова сосна, срібляста ялина, гікорі.

3.2.2 Рельєф та клімат Хмельницької області

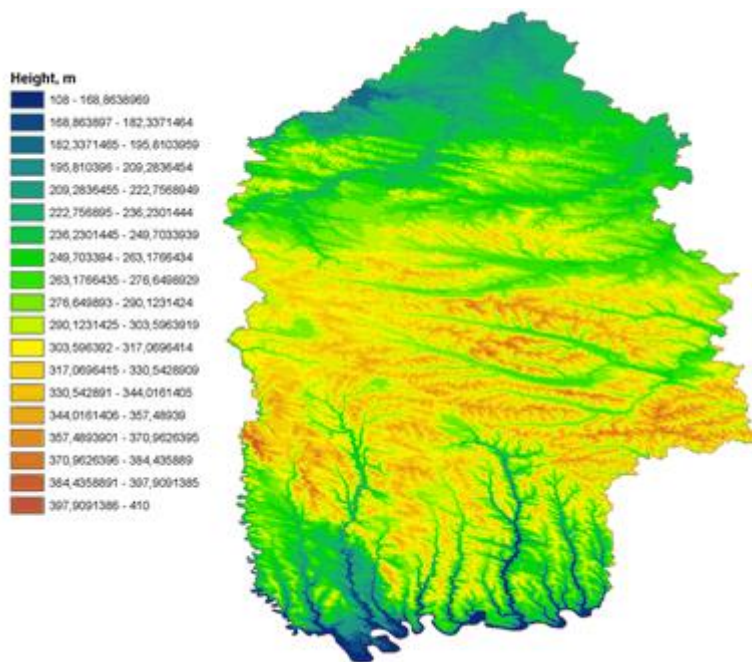


Рисунок 3.2 – Рельєф Хмельницької області

Хмельницька область розташована в західній частині Української, в межах Волино-Подільської височини. На сході вона межує з Вінницькою, на північному сході — Житомирською областями.

Більша частина території розташована в зоні лісостепу і лише невелика її частина — північна — у зоні Полісся. Центральна частина має типовий

лісостеповий ландшафт: злегка хвиляста поверхня почленована неглибокими, часто заболоченими балками (рис. 3.2). У південній частині, що прилягає до Дністра, є чимало річок, що течуть з півночі на південь. В області налічується понад 90 річок у басейнах Дністра, Південного Бугу, Прип'яті. Найбільші з них Дністер з притоками: Збруч, Жванчик, Смотрич, Тернава, Студениця, Ушиця, Калюс, а також верхів'я Горині і Случі з Хоморою, верхів'я Південного Бугу та озера — Кузьминське у Красилівському і Новоставське в Лeticівському районах.

Клімат помірно континентальний. Середня температура повітря найтеплішого місяця (липня) +18, +19°, а найхолоднішого (січня) —5, —6°. Максимальна температура влітку досягає +36, +38°, мінімальна взимку —31, —35°. Середня річна температура +7, +8° Середня річна кількість опадів —510—580 міліметрів.

Найбільш поширеними ґрунтоутворюючими породами є четвертинні відклади — леей і лесовидні породи.

На території області поширена рослинність двох геоботанічних зон України — Полісся і Лісостепу. На Поліссі переважають хвойні ліси, в Лісостепу — широколисті.

3.2.3 Рельєф та клімат Тернопільської області.

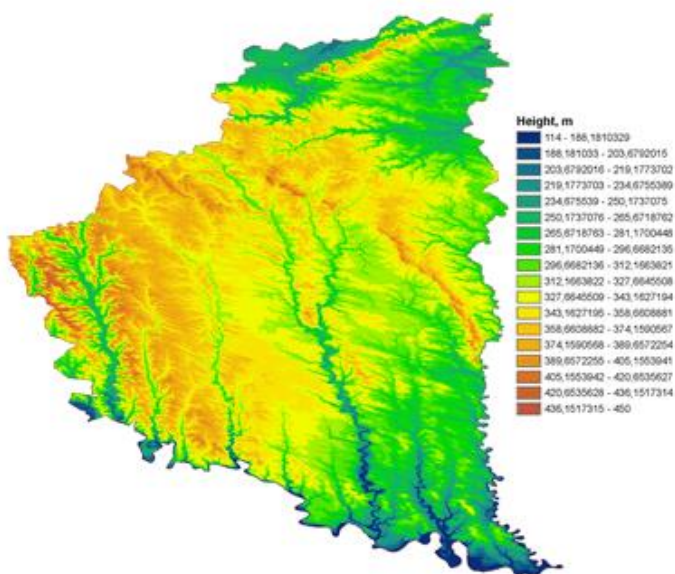


Рисунок 3.3 – Рельєф Тернопільської області

Тернопільська розташована в західній частині Правобережної України. Межує на сході з Хмельницькою, на північному заході — Львівською областями.

Тернопільська область розташована в західній частині Подільського плато, основу якого становить Волино-Подільська височина, що має хвилясту поверхню, підвищену в північній і центральній частинах від 300 до 432 метрів над рівнем моря (рис. 3.3). Головні річки: Дністер і його притоки Збруч, Нічлава, Серет, Стрипа, Золота Липа, Нараївка, Коропець. На півночі області течуть річки Вілія, Іква, Горинь, які належать до басейну Прип'яті. Вони використовуються як джерело електроенергії та для водопостачання.

В ґрунтовому покриві області переважають чорноземи: в центральній та східній частинах — типові середньогумусні суглинисті чорноземи, в західній і південно-східній частинах — опідзолені суглинисті ґрунти.

Ландшафт області має окультурений характер. Понад 70 проц. площі розорано, ліси (150 тис. га) збереглися в долинах річок, на Кременецьких та Товтрових горах, на вододілах. Типовими деревними породами є граб, ясен, в'яз, липа, дуб, осика, верба, береза, сосна.

Клімат області помірно-континентальний. Літо тепле, вологе, зима з частими відлигами. Абсолютний мінімум температури повітря —36°, абсолютний максимум +36°. Пересічна температура липня +18—19°, січня —4—6°. Середня кількість опадів становить 600—680 мм. Найбільше їх випадає в липні — 150—170 мм.

3.2.4 Рельєф та клімат Львівської області.

Львівська область розташована в західній частині Української . Центр області — місто Львів. На сході і південному сході межує з Тернопільською областю. Природні умови Львівщини різноманітні. Основна частина області входить у зону Лісостепу; лише на півдні розташовані Карпати, на півночі — зона лісів.

					051.130281.MP.2018.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		56

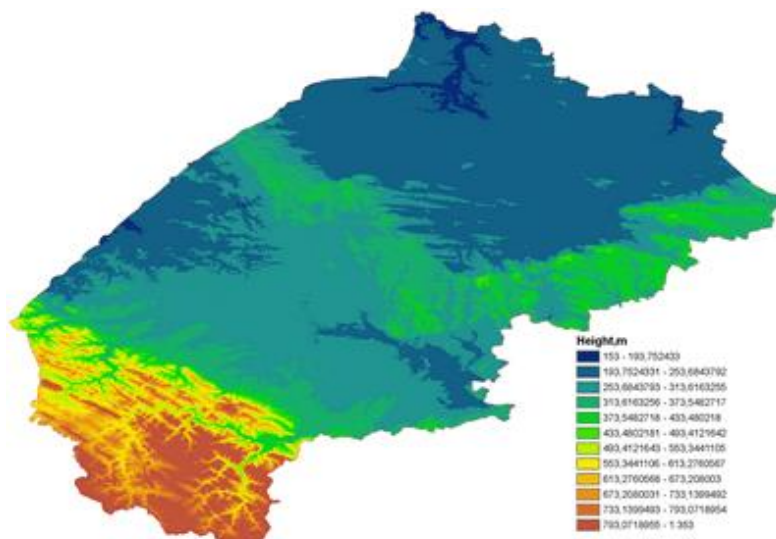


Рисунок 3.4 – Рельєф Львівської області

Рельєф області також не однаковий (рис. 3.4). Основна частина області зайнята дуже розчленованою Волино-Подільською височиною, в межах якої виділяються Волинське (на крайній півночі) і Подільське плато. Північно-західна частина Подільського плато називається Гологори, які є вододільним гірським хребтом між притоками Дністра, Прип'яті, Західного Бугу і, водночас, частиною головного європейського вододілу.

В Гологорах розташована найвища точка не лише Поділля, а й всієї Східноєвропейської рівнини — гора Камула (473 м над рівнем моря). В північній частині області між Волинським і Подільським плато знаходиться Верхньобузько-Стирська рівнина (100—200 м); на південь від Волино-Подільської височини простягаються Сансько-Дністровська рівнина, Надсанська і Верхньодністровська рівнини. Крайню південну частину області займає передгір'я і гори Східних Карпат. Найвищі їх точки — гори Парашка (1271 м) і Пікуй (1405 м).

Лісові масиви зосереджені в основному в Карпатах і Передкарпатті та північній частині області. Переважають листяні породи дерев, які займають більше половини лісової площі. Серед порід дерев перше місце належить сосні, далі йдуть бук, дуб, ялина, граб, менше поширені береза, вільха.

Клімат області помірно-континентальний: відносно м'яка з відлигами зима, волога весна, тепле літо, тепла суха осінь.

3.3. Формування ЦММ на основі супутникової зйомки

З використанням супутникових карт виконано перший етап трасування лінії - визначення напрямку. Зупинка швидкісних поїздів на проміжних пунктах не передбачається, тому трасу необхідно прокласти по найкоротшій відстані максимально близько до геодезичної лінії.

На основі наявних матеріалів супутникової зйомки місцевості було сформовано цифрову модель місцевості (ЦММ) для подальшого проектування траси.

Пошук необхідної ділянки місцевості здійснювався за допомогою програми Google Earth, що відображає вигляд Землі з супутника.

Для пошуку необхідної ділянки проектування ВШМ, вводимо початок та кінець нашої траси (рис. 3.5). На малюнку 3.5 спеціальними значками відображено трасу залізниці, що проектується, ділянки Жмеринка – Тернопіль – Львів (довжина ≈ 380 км).



Малюнок 3.5 – План ділянки місцевості

Надалі здійснювався імпорт поверхні ділянки з Google Earth до AutoCad Civil 3D. Можливість використання в AutoCAD Civil 3D даних про місцевість у вигляді цифрової моделі рельєфу та растрового супутникового зображення цікавить на етапі, коли відсутня детальна топографічна зйомка місцевості.

При імпорті зображення Google Earth у AutoCAD Civil 3D рельєф

					051.130281.MP.2018.000	Аркуш 58
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		

відображається на кресленні як об'єкт – зображення в градаціях сірого кольору. Зображення масштабується як за лінійними одиницями у кресленні, так і за межами зображення за широтою/довготою. Масштаби малюнка в Google Earth та AutoCAD збігаються (рис. 3.6).

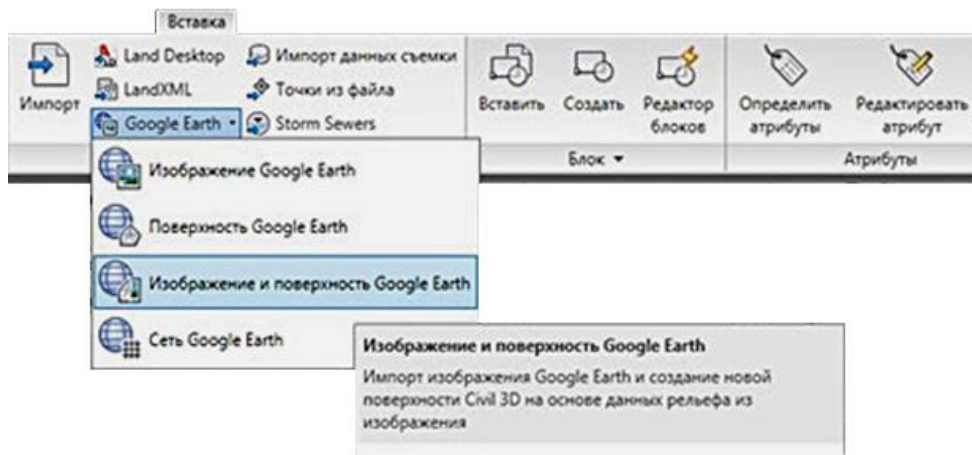


Рисунок 3.6 – Імпорт зображення та поверхні з Google Earth

Імпортована з Google Earth цифрова модель рельєфу разом із супутниковим зображенням та оцифрованою ситуацією є основою для наочного візуального представлення місцевості в проектах об'єктів інфраструктури (рис.3.7).



Рисунок 3.7 – Візуальне представлення місцевості

У Civil 3D для створення моделі рельєфу використовується нерегулярна триангуляційна мережа (TIN). Поверхні TIN формуються на основі інформації про горизонталі, точки та структурні лінії.

Прибравши кольоровий малюнок, отримаємо цифрову модель місцевості (рис. 3.8), яку можна використовувати для проектування плану траси. На рисунку 3.8 представлено відображення тієї ж поверхні в горизонталях.

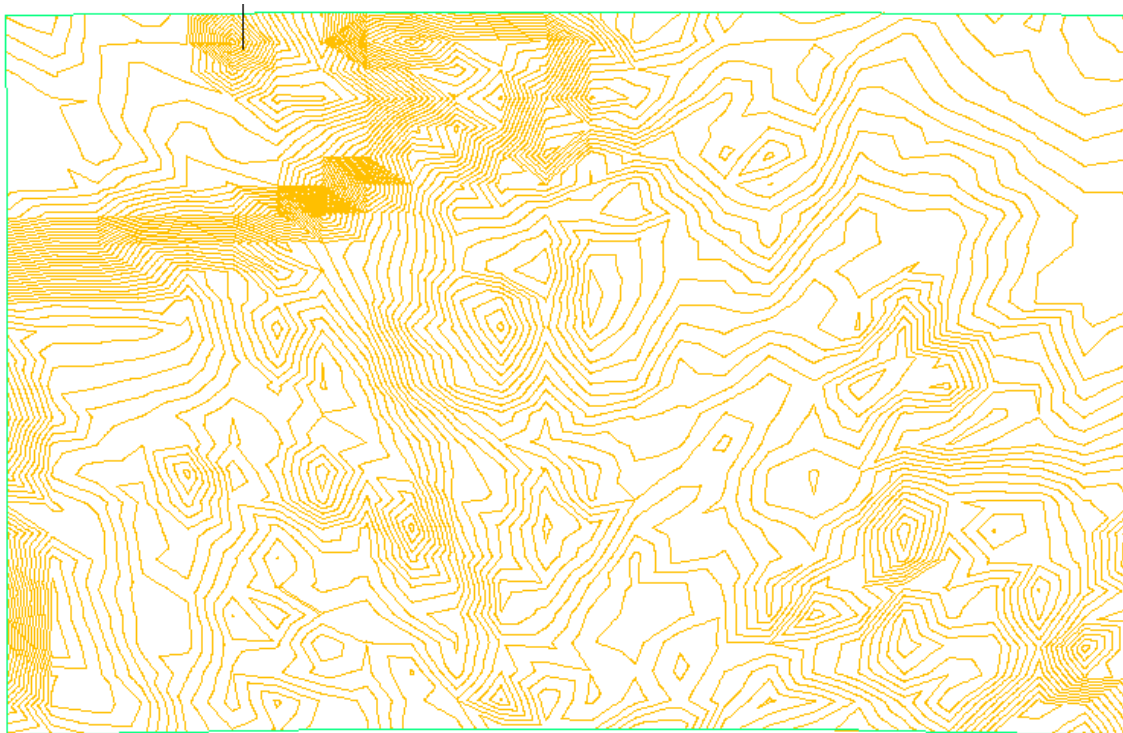


Рисунок 3.8 – Відображення поверхні в горизонталях

3.4. Вибір положення траси

Траса лінії прокладалася з відхиленням від найкоротшого напрямку лише у важких топографічних умовах, а також для обходу населених пунктів, великих водойм та ін.

Для прокладання траси використовувалися коридори існуючих комунікацій (ЛЕП, газопроводи тощо). Враховувалася також та обставина, що наближення ВШМ до існуючої залізниці дозволить заощадити витрати на будівництво між ними технологічних з'єднань, витрати на будівництво самої ВШМ (за рахунок здешевлення доставки матеріалів, техніки по існуючій лінії,

організації робіт на широких фронтах, можливість маневру трудовими та матеріальними та ресурсами).

Відповідно до завдання магістерської дипломної роботи розглядається ділянка високошвидкісної магістралі Жмеринка – Львів (рис. 3.9).

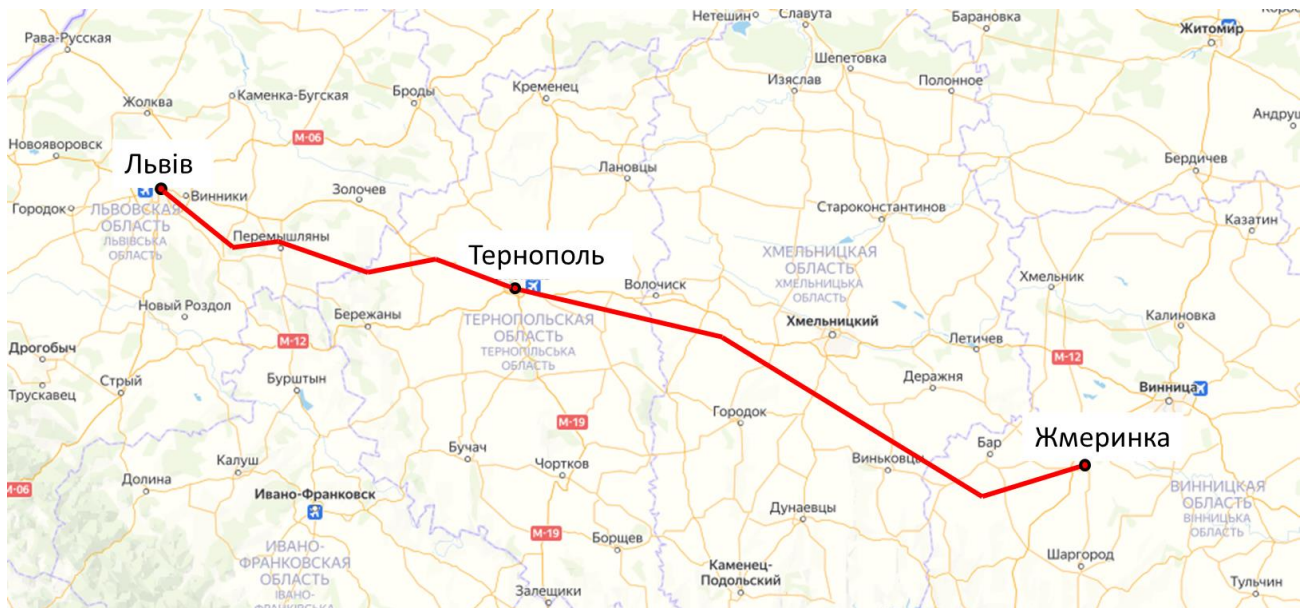


Рисунок 3.9 – Ділянка ВШМ Жмеринка – Львів

План траси – це проекція осі колії на горизонтальну площину, а елементами плану лінії є прямі ділянки, кругові й перехідні криві.

Параметри кругових кривих наведено в таблиці 4.5.

Розглянемо нормативи проектування плану ВШМ відповідно до нормативних документів.

4 ПРОЕКТУВАННЯ ПЛАНУ Й ПОЗДОВЖНЬОГО ПРОФІЛЮ З ВИКОРИСТАННЯМ AUTODESK AUTOCAD CIVIL 3D.

4.1 Критерії трасування

Трасування залізниці повинні забезпечити плавні й мінімальні зміни як у плані, так і у профілі. Плавність трасування з рідкісною та легкою зміною напрямку забезпечує простоту експлуатації та якість руху. Понад чотири зміни на кілометр утворюють винятковий стан на тому чи іншому напрямку.

Всі елементи ділянок трасування - вертикальні криві, алгебраїчна різниця суміжних елементів профілю, кругові криві в плані й перехідні криві повинні мати параметри, достатні для загасання змін руху рухомого складу. Так, наприклад, довжина ділянки визначається часом проходження рухомого складу і безпосередньо залежить від проектної швидкості. Не всі системи мають однакові вимоги. Час згасання змінюється від 1,0 до 2,4 секунди, а на Французькій національній залізниці - до 3,1 секунди при високих швидкостях. Вимоги довжини ділянки регулюються лише там, де для забезпечення проектних вимог не потрібна велика довжина елементів.

Траси вертикальних та горизонтальних частин можуть накладатися. Накладання перехідних кривих у плані та вертикальних кривих у профілі можливе у виняткових умовах. Основними стандартами європейських високошвидкісних магістралей є мінімальна довжина 50 м між кінцем перехідної кривої та початком вертикальної кривої або кінцем вертикальної кривої та початком перехідної, або при винятковому обмеженні 30 м.

4.2 Норми проектування плану траси

План траси – це проєкція осі колії на горизонтальну площину, а елементами плану лінії є прямі ділянки, кругові криві та перехідні криві.

Параметри кругових кривих вказані в таблиці 4.5.

Розглянемо нормативи проектування плану ВШМ відповідно до технічних інструкцій.

					051.130281.MP.2018.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Розглянемо нормативи проектування плану ВШМ відповідно до технічних інструкцій.

Традиційно підвищення зовнішньої рейки обмежено 150 мм або менше, як у США, і незбалансоване підвищення зовнішньої рейки – 76 мм. Однак у минулому більше використовувалися деякими залізницями з метою забезпечення високих швидкостей пасажирських поїздів. На сьогодні, до підвищення зовнішньої рейки встановлено обмеження в 101 мм або менше на лініях з переважно вантажним рухом поїздів та 150 мм на лініях переважно з пасажирським рухом.

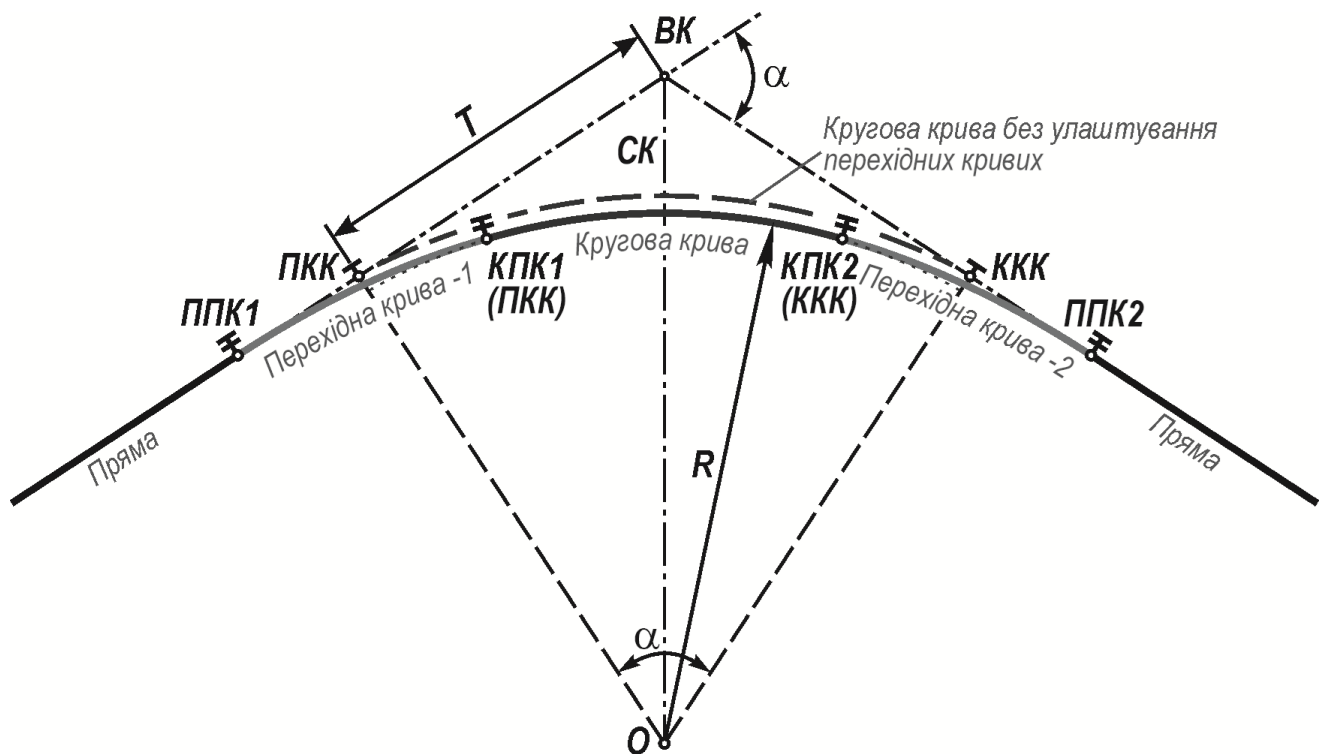


Рисунок 4.1 – Параметри плану залізниці

Практичне обмеження незбалансованого підвищення зовнішньої рейки засноване на комфортності пасажирів. Безпечні межі незбалансованості пасажирського рухомого складу значно перевищують межі комфорту. Обмеження незбалансованості становить 100 мм і потребує відмови для обмежень вище 75 мм. TSI (Специфікація інтероперабельності) дозволяє вищі обмеження варіювати між 180 мм і 130 мм при швидкості до 300 км/год. У системі Сінкансен дозволяє підвищення 110 мм без посилення на тип конструкції

колії або швидкість поїздів.

У таблицях 4.1, 4.2 та 4.3 наведено верхні межі комбінованого практичного та незбалансованого підвищення зовнішньої рейки. З урахуванням цих обмежень запропоновані мінімальні та допустимі радіуси для будь-якої заданої швидкості.

Таблиця 4.1 - Максимальне значення підвищення.

Проектна швидкість, <i>км/год</i>	Комбіновані підвищення		
	рекомендовані, <i>мм</i>	максимальні, <i>мм</i>	виняткові, <i>мм</i>
<300	150	230	280
≥300	150	230	250

Таблиця 4.2 - Максимальне значення практичного підвищення

Проектна швидкість, <i>км/год</i>	Практичні підвищення		
	рекомендовані, <i>мм</i>	максимальні, <i>мм</i>	виняткові, <i>мм</i>
<300	50	75	100
≥300	50	75	75

Таблиця 4.3 - Максимальне значення незбалансованого підвищення

Проектна швидкість, <i>км/год</i>	Незбалансовані підвищення		
	рекомендовані, <i>мм</i>	максимальні, <i>мм</i>	виняткові, <i>мм</i>
<300	100	150	180
≥300	100	150	180

Усі криві головних та станційних колій повинні мати перехідні криві. Криві більше, ніж мінімальний радіус, вимагають меншого підвищення зовнішньої рейки, що забезпечує комфортну їзду при широкому діапазоні швидкостей. У разі, коли відсутні значні відмінності швидкостей руху поїздів, криві великих радіусів переважають для зменшення проблем якості ходу поїзда завдяки підвищенню зовнішньої рейки або незбалансованого підвищення, ефекти, що відбуваються зі зміною між розрахунковою швидкістю та фактичною швидкістю руху поїздів на кривій.

Обмеження підвищення зовнішньої рейки застосовуються визначення значень мінімальних радіусів таблиця 4.4. Два значення для швидкості 300 км/год є результатом розриву допустимої незбалансованості вимог TSI (Технічні стандарти інтероперабельності).

Таблиця 4.4 - Мінімальний радіус кривої

Проектна швидкість, км/ч	Мінімальний радіус, заснований на обмеженнях підвищення зовнішньої рейки		
	рекомендований, м	максимальний, м	винятковий, м
400	13700	8500	7600
355	10700	6700	6000
320	9200	5500	4900
300	7600	4700	4250
280	6700	4200	3400
240	4900	3100	2500
200	3200	2100	1750

4.3 Проектування плану траси за допомогою Autodesk AutoCAD Civil 3D

Використання AutoCAD Civil 3D раціоналізує та прискорює роботи на всіх етапах від геодезичних вишукувань до детального проектування та розрахунків. Спеціалізовані функції автоматизують трудомісткі завдання та дозволяють спрогнозувати витрати на етапі підготовки проекту.

У AutoCAD Civil 3D існують різні способи побудови траси. Найчастіше

використовуваний спосіб побудови траси «Інструменти побудови траси» – це побудова траси полілінією, початок, кінець та вершини вписування кривих (рис. 4.2).

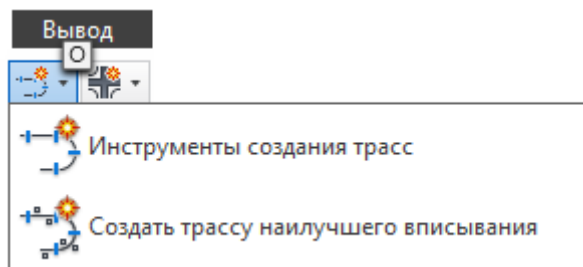


Рисунок 4.2 – Вікно інструментів створення трас

Наступний спосіб – це створення траси найкращого вписування, коли визначаються точки, через які має проходити траса та AutoCAD Civil 3D аналізує та вписує необхідні елементи траси. Вікно компоновки траси наведено на рисунку 4.3



Рисунок 4.3 – Вікно інструментів компоновки траси

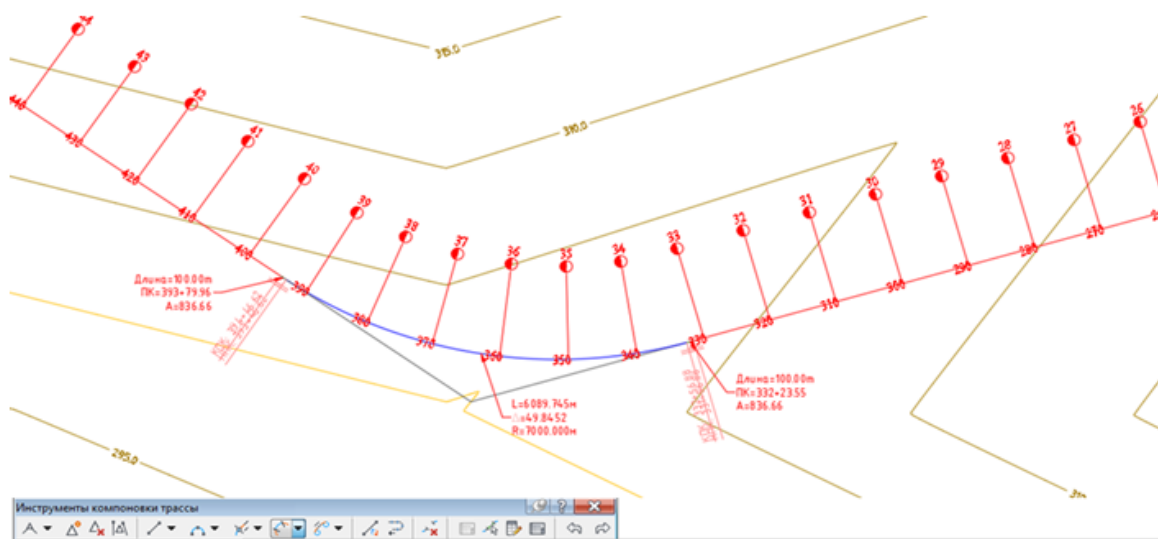


Рисунок 4.4 – Вписана крива (перехідна крива – кругова крива – перехідна крива ПК 332+56,88 – 393+46,62 ділянки Жмеринка – Тернопіль

Спочатку проводиться лінія, а потім вписується крива. Існують різні варіанти вписування кривих. У цій магістерській роботі використовується інструмент «Вільна перехідна крива – крива – перехідна між двома об'єктами» (рис. 4.4).

Характеристики плану ділянок, що проектуються Жмеринка–Тернопіль, наведена в таблиці 4.5, Тернопіль–Львів в таблиці 4.6.

Для проектування плану та поздовжнього профілю були задані необхідні критерії. Отриманий фрагмент рельєфу із програми Google Earth наведено на рис. 4.5.

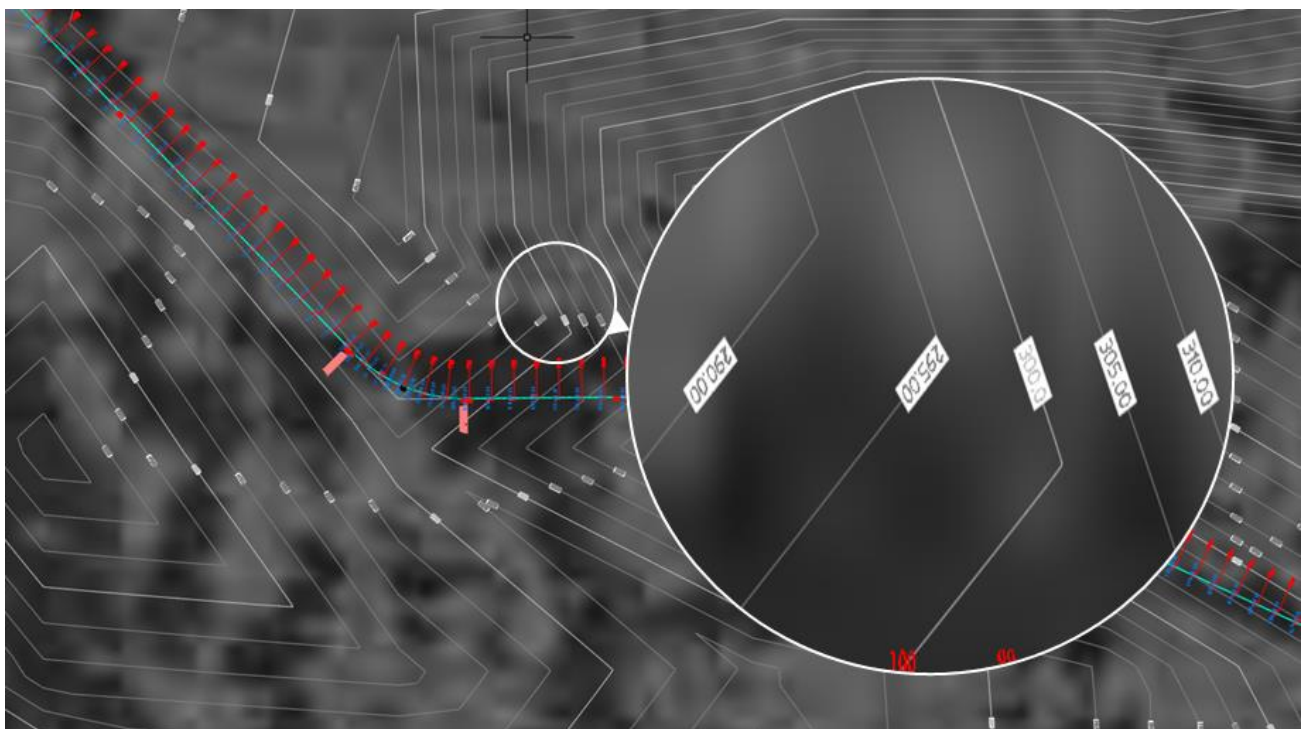


Рисунок 4.5 – Рельєф місцевості із відмітками землі на ділянці Тернопіль – Львів

Таблиця 4.5 - Відомість елементів плану траси проектованої ділянки

Жмеринка – Тернопіль

Відомість елементів плану траси						
Номер елемента	Становище елемента, Пікет	Становище елемента, +	Радіус початку елемента, М	Радіус кінця елемента, М	Довжина елемента, М	Дирекційний кут
Пр1	0	00.000			33156.88	Ю74° 00'23.79''3
ПерКр1	331	56.880	∞	7000.000	100.00	Ю74° 00'23.79''3
Кр1	332	56.880	7000.00	7000.000	6089.74	Ю74° 24'57.11''3
ПерКр2	393	46.624	7000.00	∞	100.00	С55° 44'20.03''3
Пр2	394	46.624			105939.48	С55° 19'46.71''3
ПерКр3	1453	86.109	∞	9000.000	100.00	С55° 19'46.71''3
Кр2	1454	86.109	9000.00	9000.000	2942.58	С55° 38'52.63''3
ПерКр4	1484	28.686	9000.00	∞	100.00	С74° 22'51.541''3
Пр3	1485	28.686			74672.08	С74° 41'57.45''3

Таблиця 4.6 - Відомість елементів плану траси проектованої ділянки

Тернопіль – Львів

Відомість елементів плану траси						
Номер елемента	Становище елемента, Пікет	Становище елемента, +	Радіус початку елемента, М	Радіус кінця елемента, М	Довжина елемента, М	Дирекційний кут
Пр1	0	00.000			24257.30	С66° 30'23.75''3
ПерКр1	242	57.303	∞	7000.000	100.00	С66° 30'23.75''3
Кр1	243	57.303	7000.00	7000.000	3133.01	С66° 54'57.07''3
ПерКр2	274	90.308	7000.00	∞	100.00	Ю87° 26'24.55''3
Пр2	275	90.308			24096.69	Ю87° 01'51.23''3
ПерКр3	516	87.001	∞	8000.000	100.00	Ю87° 01'51.23''3
Кр2	517	87.001	8000.00	8000.000	3764.28	Ю87° 23'20.38''3
ПерКр4	555	51.277	8000.00	∞	100.00	С65°39'04.92''3
Пр3	556	51.277			30950.29	С65° 17'35.76''3
ПерКр5	866	01.569	∞	7000.000	100.00	С65° 17'35.76''3
Кр3	867	01.569	7000.00	7000.000	2982.76	С65° 42'09.08''3
ПерКр6	896	84.330	7000.00	∞	100.00	Ю89° 52'59.67''3
Пр4	897	84.330			13314.42	Ю89° 28'26.35''3
ПерКр7	1030	98.747	∞	7000.000	100.00	Ю89° 28'26.35''3
Кр4	1031	98.747	7000.00	7000.000	5571.08	Ю89° 52'59.67''3
ПерКр8	1087	69.828	7000.00	∞	100.00	С44° 31'00.62''3
Пр5	1088	69.828			29255.10	С44° 06'27.30''3

Аркуш

051.130281.МР.2018.000

68

Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	-----	----------	--------	------

4.4 Проектування плану траси

Для того, щоб запроектувати трасу в Autocad Civil, необхідно нанести полілінію на поверхню цифрової моделі місцевості (ЦММ).

Використовуючи інструменти компоновання траси (рис. 4.5), було прийнято радіус кругових кривих 7000 м і довжина перехідних кривих 100 м (рис 4.6).

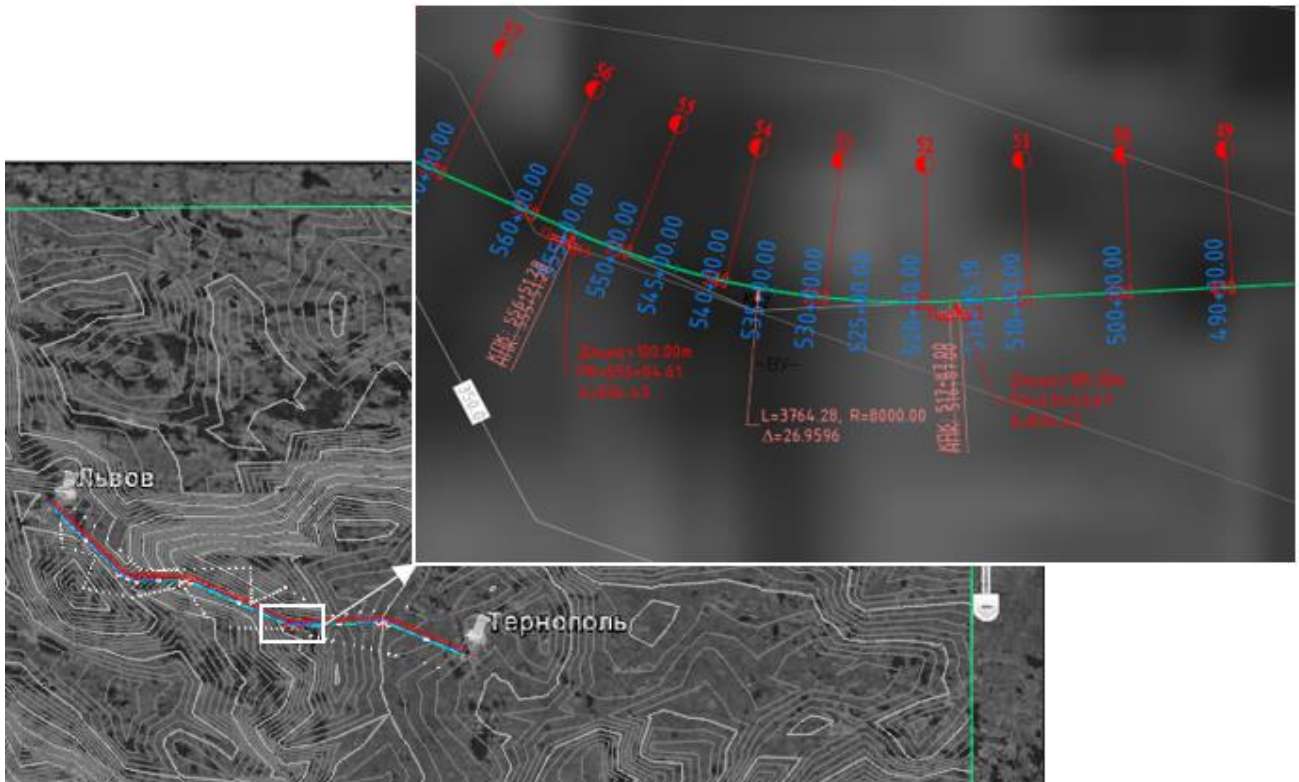


Рисунок 4.6 – Параметри кривих та перехідних кривих

Вписування кривих радіусу 7000-8000 м до плану траси дозволяє обійти бар'єрні місця. Лінія кривих не проходить через населені пункти, зменшує різницю ухилів.

Виходячи із запроектованого плану траси Жмеринка – Тернопіль та Тернопіль –Львів у AutoCAD Civil 3D, було побудовано поздовжній профіль. Відмітка бровки земляного полотна прийнята від 2 м. Максимальна виїмка 4,44 м розташовується на пікеті 401+03,17 траси Тернопіль –Львів (рис. 4.7). Виїмка була запроектована для створення більш пологого профілю та зменшення різниці ухилів (рис. 4.8).

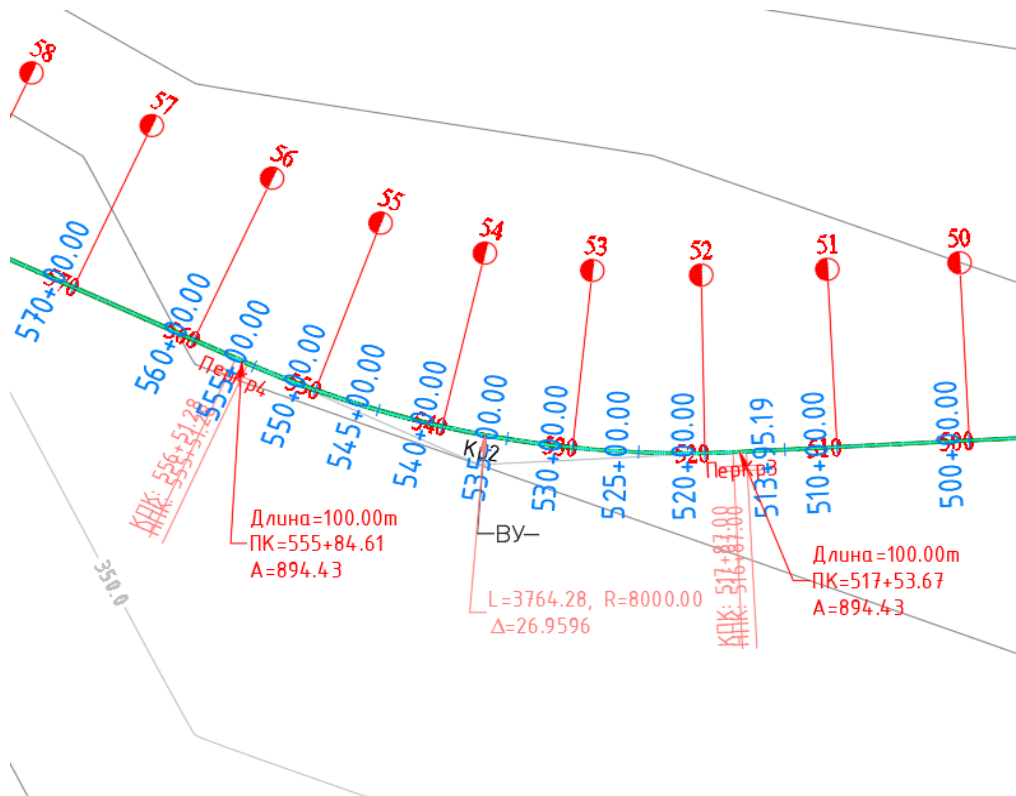


Рисунок 4.7 – Крива на пікеті ПК 517+87,00 – 555+51,28

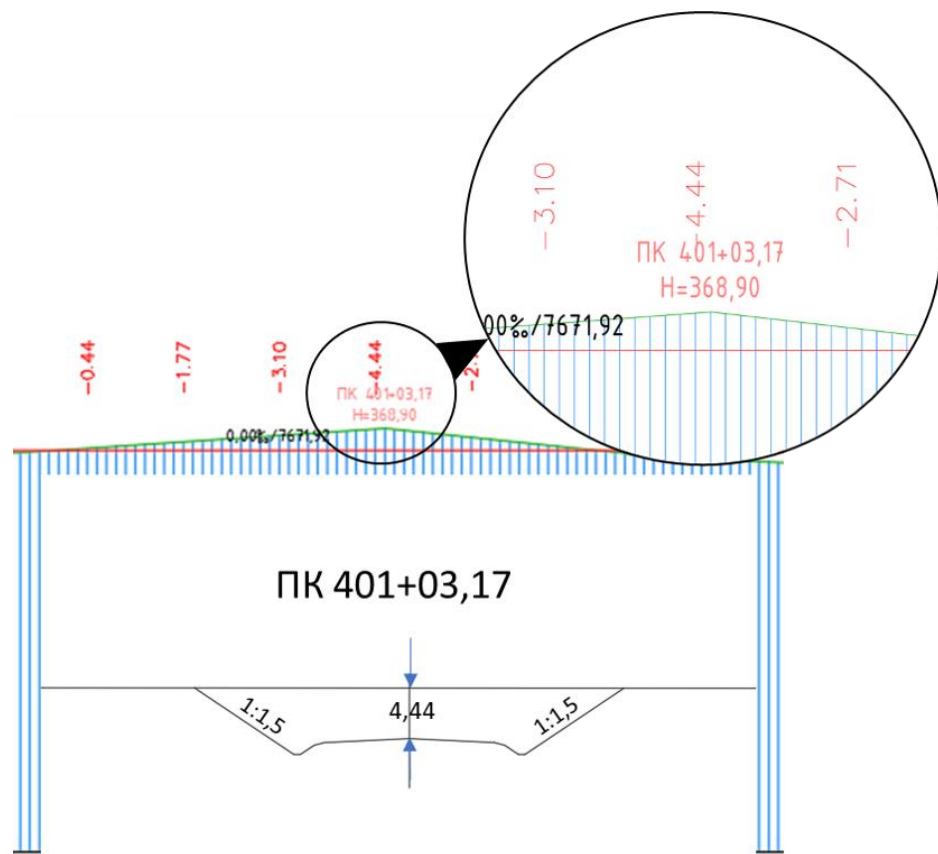


Рисунок 4.8 – Виїмка на пікеті ПК 401+03,17

Мінімальна висота насипу 0.94 м, розташовується на пікеті 1400+00 (рис. 4.9).

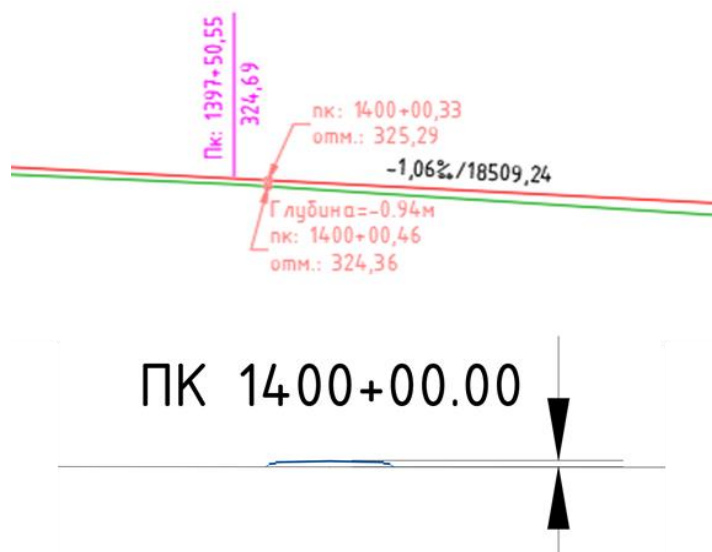


Рисунок 4.9 – Насип на пікеті 1400+00,00

Максимальний ухил на високошвидкісних магістралях за максимальної швидкості 300 км/год повинен бути до 22‰ (пункт 1.2.2). Максимальний ухил на профілі ділянки Жмеринка – Львів становить 4,5 ‰ на ділянці з ПК 882+95,34 до ПК 940+48,77 (рис. 4.10).

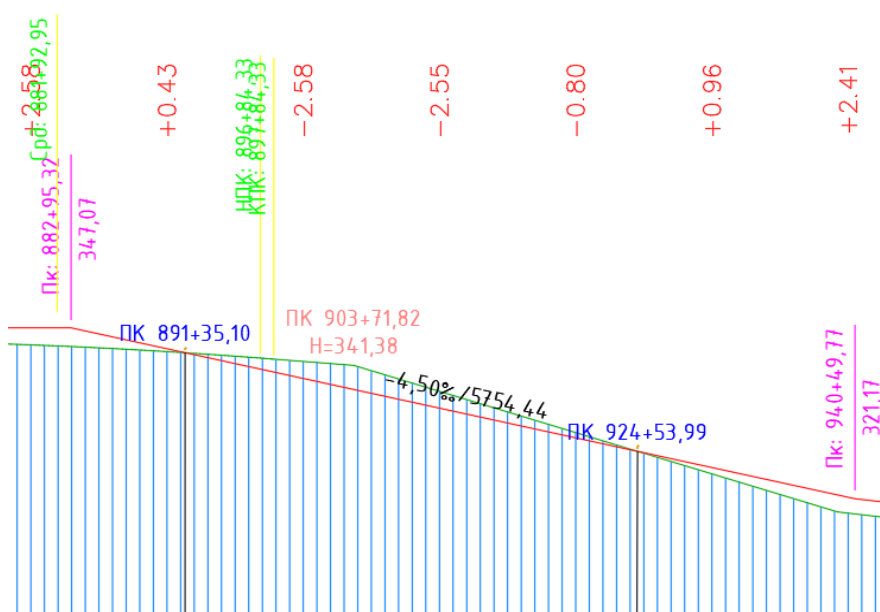


Рисунок 4.10 – Максимальний ухил на ділянці

4.5 Вибір положення траси та основних параметрів високошвидкісних магістралей

На вибір принципового напрямку та положення траси проекрованої високошвидкісної магістралі впливають соціально-економічні, природні, технічні та інші фактори та умови, багато з яких між собою тісно взаємопов'язані.

До найбільш значущих соціально-економічних факторів можна віднести: призначення проекрованої лінії у забезпеченні затребуваних транспортних зв'язків; розташування великих населених пунктів; розміри та характер очікуваних пасажирських перевезень; ступінь забудови території; перспективи соціально-економічного розвитку району проектування; питання стикування пасажиропотоків проекрованої лінії з іншими шляхами сполучення; результати погоджень з федеральними, регіональними та територіальними органами влади та ін.

Основним призначенням нової високошвидкісної залізничної лінії є забезпечення великих обсягів пасажирських перевезень між великими містами та їх районами тяжіння (рис. 2.11) з мінімальними втратами часу пасажирями. Причетність великих населених пунктів до напрямку, що вибирається, визначає розміри пасажирських перевезень (п.2.3.2) і доходи від експлуатації.

Щільна міська забудова проміжних населених пунктів та наявність численних інженерних комунікацій диктують необхідність винесення залізничної лінії за межі міста. У межах великих станцій та вузлів, особливо кінцевих пунктів. З урахуванням опорних пунктів та фіксованих точок намічені варіанти спрямування проекрованої лінії.

Відповідно до завдання магістерської дипломної роботи розглядається дві ділянки високошвидкісної магістралі Жмеринка – Тернопіль (рис. 4.11) та Тернопіль – Львів (рис. 4.12)

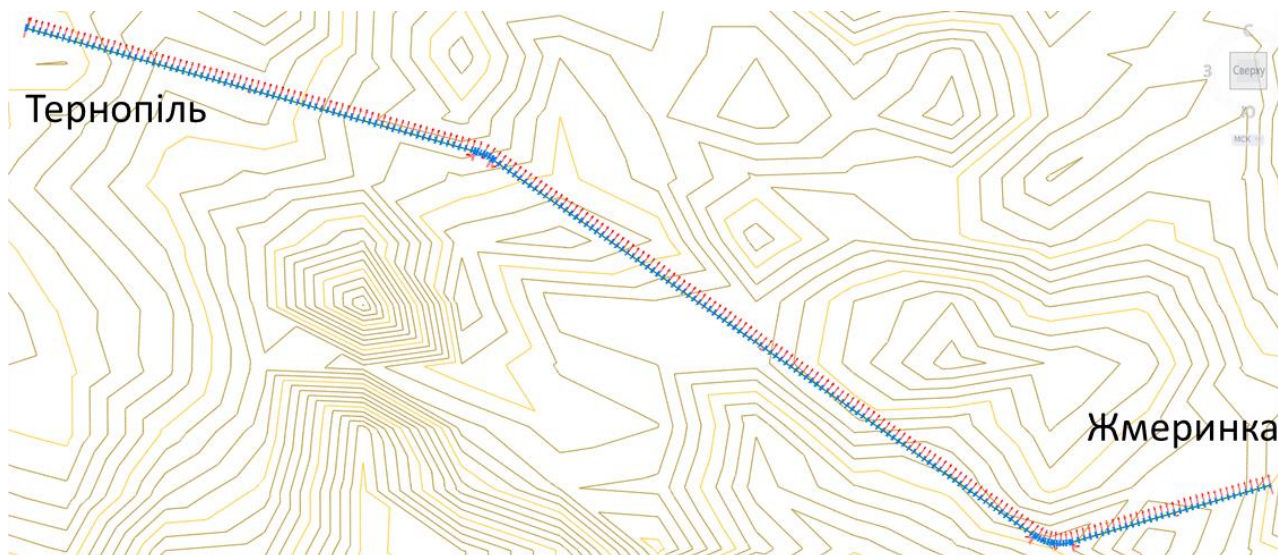


Рисунок 4.11 – ділянка Жмеринка – Тернопіль

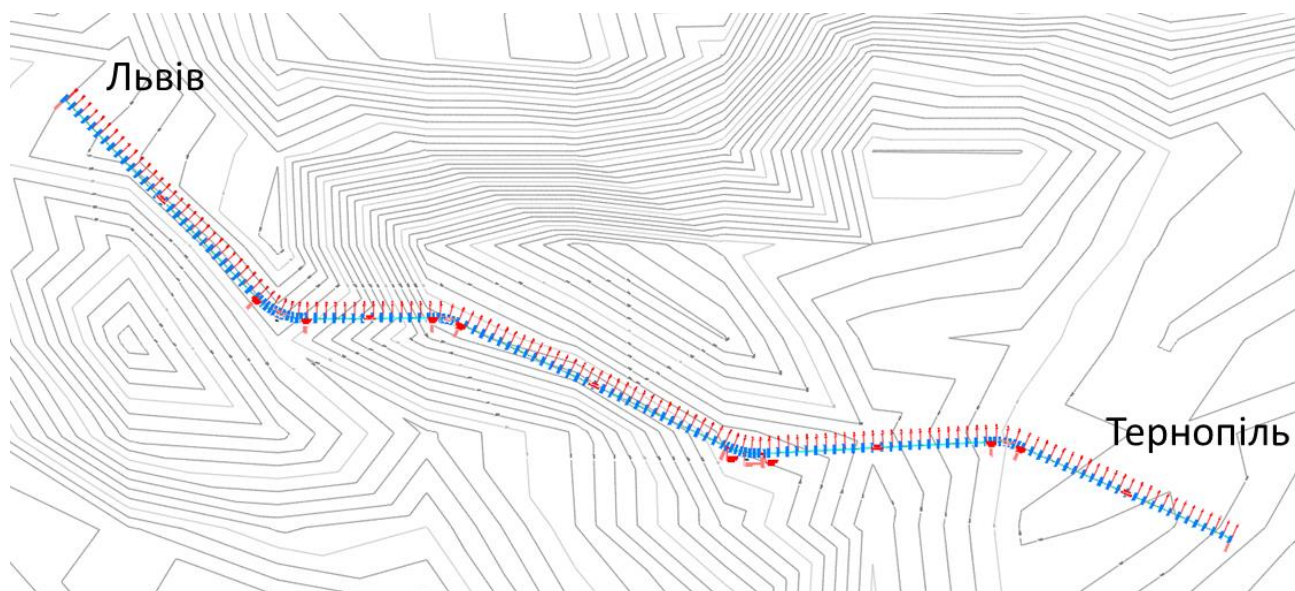


Рисунок 4.12 – ділянка Тернопіль – Львів

4.6 Побудова поздовжнього профілю за допомогою AutoCAD Civil 3D

Профіль призначений для відображення позначок поверхні вздовж траси. В AutoCAD Civil 3D виділяють профілі кількох типів профілі поверхні, профілі компонування, профілі коридорів.

Профіль поверхні отримують на основі поверхні і називають профілем існуючої поверхні. Профіль компонування є проектним об'єктом, що відображає проектні позначки. Профіль компонування нерідко називається проектним профілем, або кінцевим профілем поверхні.

Об'єкт профіль є похідним об'єктом від траси у плані. Наявність трас у плані необхідною умовою визначення маршруту профілю за довжиною рельєфу. Якщо редагуються траси у плані після створення профілів поверхні за їх довжиною.

При створенні профілю потрібно додати до траси поверхню (рис 4.13). Для створення проектного профілю використовується меню "Створення профілю". За допомогою інструментів створення профілю з компонування викреслюємо проектну лінію.

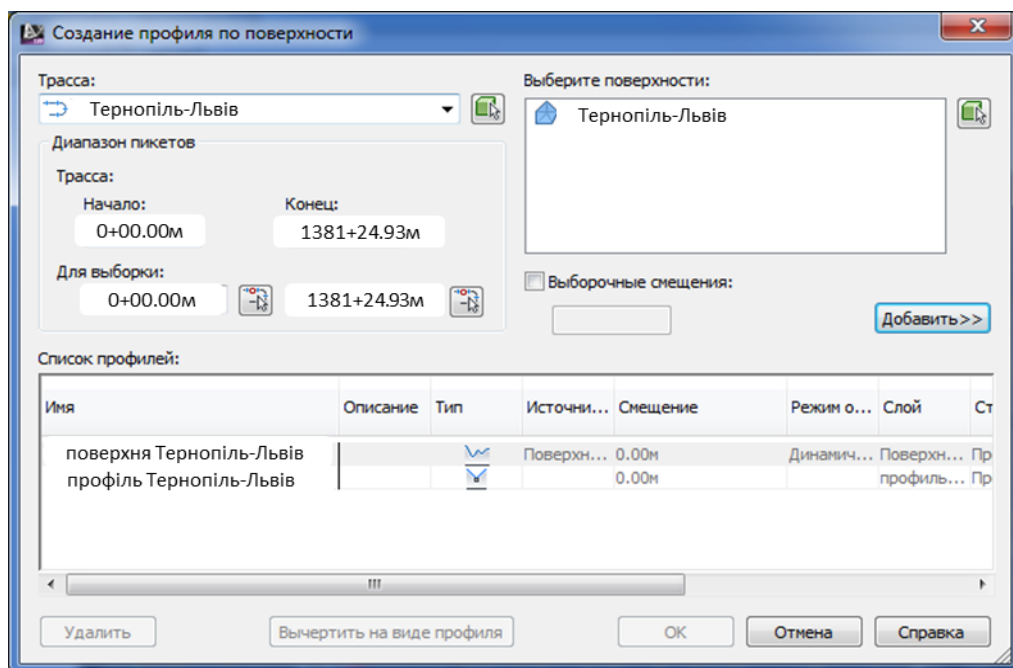


Рисунок 4.13 – Вікно створення профілю на поверхні

Відповідно до завдання магістерської дипломної роботи розглянемо поздовжні профілі високошвидкісної магістралі Жмеринка – Тернопіль (рис.4.14), Тернопіль – Львів (рис.4.15)

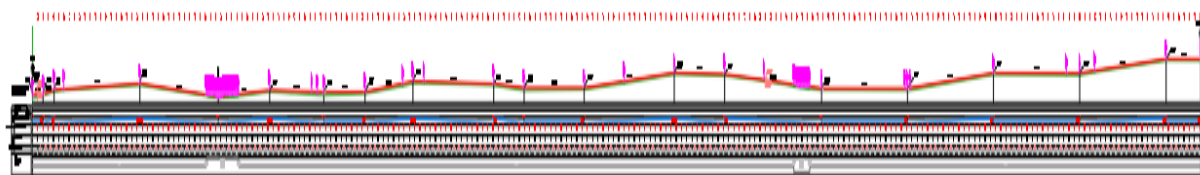


Рисунок 4.14 – Профіль ділянки Жмеринка – Тернопіль

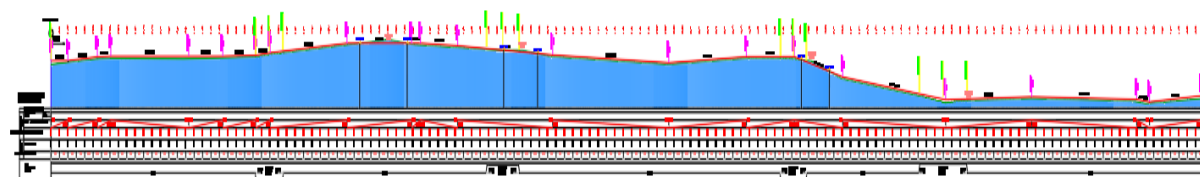


Рисунок 4.15 – Профіль ділянки Тернопіль – Львів

На цих ділянках було вибрано такі параметри профілю:

- максимальний ухил – 3,0 ‰ на профілі ділянки Жмеринка – Тернопіль;
- максимальний ухил – 4,5 ‰ на профілі ділянки Тернопіль – Львів;
- мінімальний радіус кривої – 7000 м та перехідних кривих 100 м на профілі ділянки Жмеринка – Тернопіль і Тернопіль – Львів;
- перетин в одному рівні ВШМ з іншими комунікаціями не допускається.

Профіль усієї ділянки наведений в додатку А.

4.7 Побудова конструкції та коридору в AutoCAD Civil 3D

Модель коридору будується на основі різних об'єктів і даних AutoCAD Civil 3D, що використовуються, включаючи елементи, конструкції, траси, поверхні та профілі. Об'єкти коридору створюються вздовж однієї або кількох базових ліній (трас) шляхом розміщення 2D-дільниці (конструкції) у місцях, що знаходяться на певній відстані один від одного, та створення відповідних укосів, що доходять моделі поверхні в кожній точці розміщення конструкції (рис.4.16).

Конструкція (рис. 4.17) є об'єктом креслення програми AutoCAD Civil 3D,

керуючий колекцією об'єктів-елементів конструкцій. Конструкції та елементи конструкцій спільно виконують функцію основних компоновальних блоків дорожнього полотна чи іншого проекту на основі траси. Об'єкт-конструкція з метою створення коридору має розміщуватися вздовж траси(рис. 4.18).

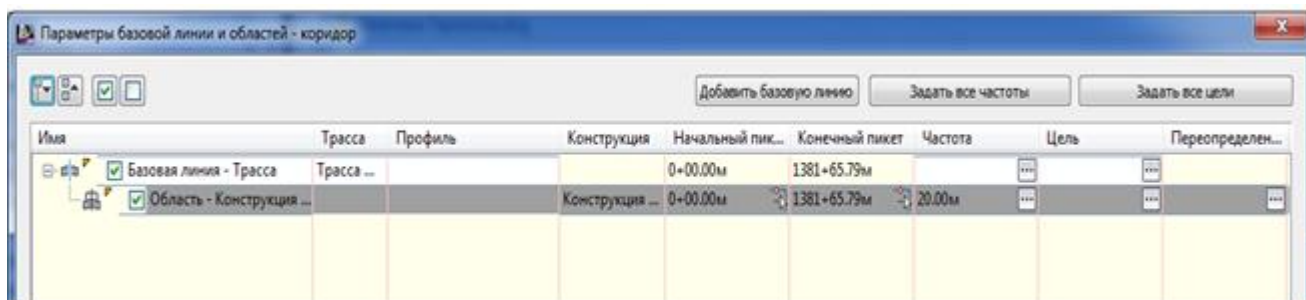


Рисунок 4.16 – Вікно побудови коридору

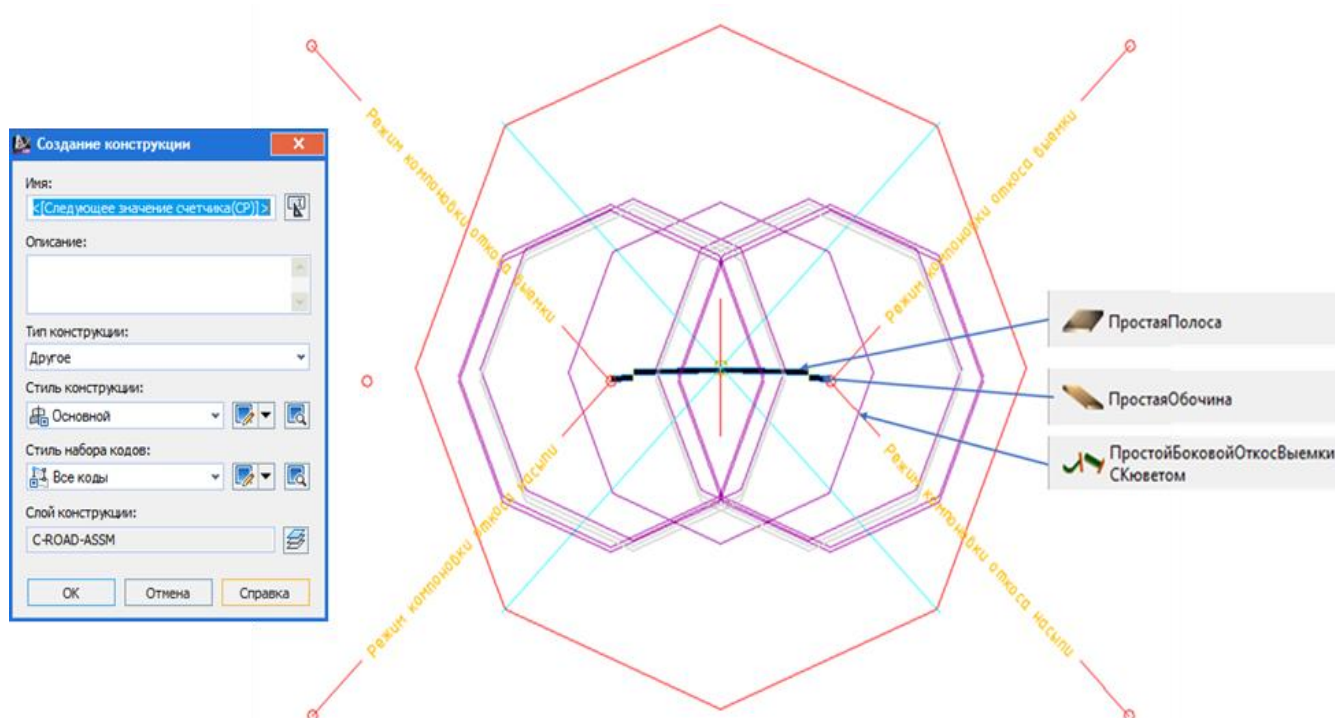


Рисунок 4.17 – Створення конструкції

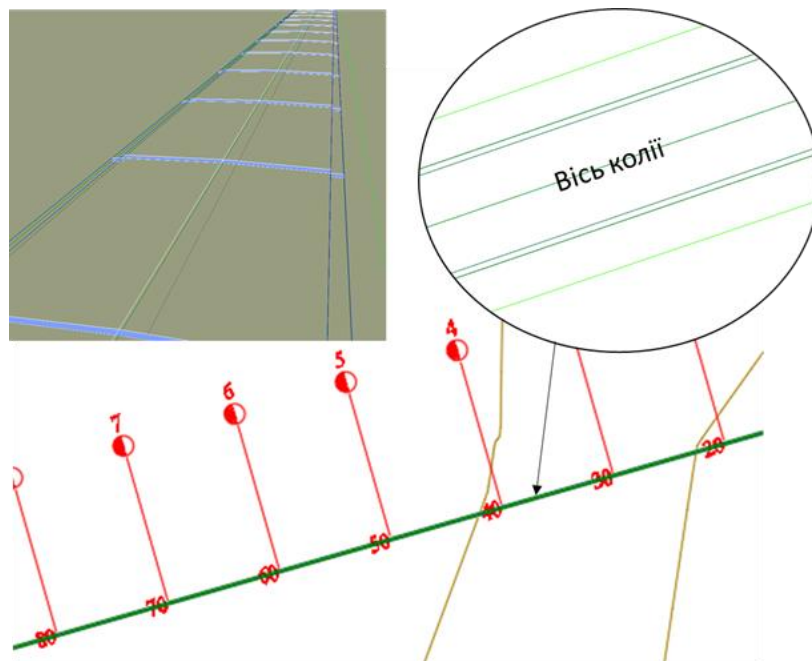


Рисунок 4.18 – Створення коридору

Також були побудовані поперечні профілі насипу та виїмки (рис.4.19), (рис.4.20) із шириною земляного полотна 13 м, згідно з завданням.

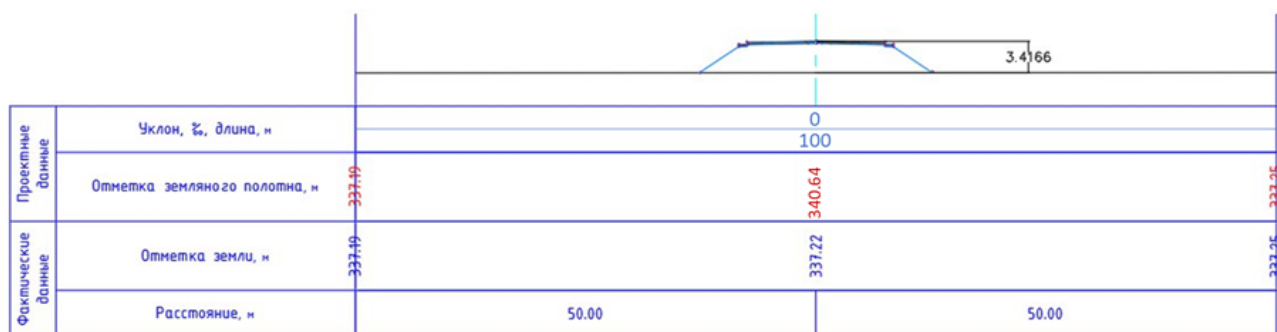


Рисунок 4.19 – Поперечний профіль насипу



Рисунок 4.20 – Поперечний профіль виїмки

5. ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ВИБІР ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ПРОЄКТУВАННЯ ВШМ

Відповідно до ДБН В.2.3-19:2018 п. 5.9 до основних параметрів залізничної лінії, що проєктується відносяться: керівний ухил, корисна довжина приймально-відправних колій, кількість головних колій, вид тяги, схеми розташування роздільних пунктів, а також її основний напрямок, який встановлюється за результатами техніко-економічних розрахунків.

Одним із елементів інтеграції залізних доріг України до європейської транспортної система є підвищення швидкості. Україна досить впевнено рухається у цьому напрямі . Здійснено запуск «Столичних експресів» , досліджується можливість запровадження в Україні високошвидкісного руху.

При проєктуванні ВШМ, крім названих параметрів, додатково обґрунтовують мінімальний радіус кривих, міжколійя, максимальну швидкість руху. Як відомо, одним із найважливіших параметрів проєктування високошвидкісних трас є мінімальний радіус кривих. У різних країнах застосовуються різні норми (табл. 2.6).

В магістерській роботі досліджувались фактори, що впливають на вибір мінімального радіуса кривої для конкретної ділянки ВШМ.

Таким чином, було виявлено, що вибір максимальної швидкості руху та мінімального радіусу кривих є надзвичайно відповідальним завданням.

Він визначає роботу даної лінії на тривалий період, оскільки розробки складів з примусовим нахилом кузовашвидкостей 300-350 км/год знаходяться поки що тільки у стадії ідей.

6 ОХОРОНА ПРАЦІ І БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

6.1 Вимоги безпеки праці під час виконання робіт на швидкісних ділянках колії

Швидкісна залізниця – спеціально обладнана система пасажирського швидкісного залізничного сполучення. Інша назва – Високошвидкісний наземний транспорт. Впровадження в нашої державі швидкісного руху викликає необхідність вирішення нових складних проблем:

- підвищення технічного рівня інфраструктури залізниць;
- виробництво швидкісного рухомого складу та різної залізничної техніки;
- створення нових автоматизованих систем та інформаційних технологій;
- розвиток машинобудування, металургії, будівельної індустрії та інших галузей економіки.

Рух пасажирських поїздів з такими високими швидкостями (до 350км/год) вимагає застосування спеціального рухомого складу, у кривих нахилиється примусово чи пасивно. На західних залізницях для швидкісного руху використовуються поїзди типу PENDOZINO, TAZGO, EBO. Їх пропуск у кривих з підвищенням зовнішньої рейкової нитки над внутрішньою, встановленим для пропуску звичайного рухомого складу, забезпечує рух пасажирських поїздів без перебудови кривої зі швидкістю більше на 30% вище порівняно зі швидкістю руху звичайних поїздів. Залізниці України не мають спеціального рухомого складу, який може реалізовувати швидкість до 350 км/год.

До шкідливих факторів відносяться:

- висока швидкість руху поїздів;
- погана видимість при виконанні робіт у кривих ділянках колії та інших складних умовах;
- порушення норми метеорологічних умов (переохолодження та перегрівання), що є причиною теплових ударів, ангіни, хронічних артритів та інших захворювань;

- вплив токсичних речовин на організм людини, сприяє отруєнням, ураженням шкіри, хімічним опікам;
- погане висвітлення, що є причиною ослаблення зору, розвитку короткозорості, підвищення можливості травматизму;
- підвищення запиленості повітря, спричинює захворювання на бронхіальну астму та інші хвороби дихальних шляхів
- високочастотні струми та опромінення (інфрачервоне), що викликає захворювання очей.

Серед шкідливих факторів найбільш поширені шум і вібрація, а при виконанні робіт на швидкісних лініях висока швидкість поїздів. Шум – це коливання звукової хвилі у певному діапазоні, що характеризуються частотою та амплітудою, непостійними у часі, що не несуть корисної інформації людині. Вібрація – це механічні коливання, що призводять до розладу життєвих функцій людини. Швидкісний рух – переміщення поїзда зі швидкістю до 200 км/год.

Засоби захисту від шуму, що встановлюються на машинах під час їх проектування, повинні знижувати шум до норми. На машині передбачається віброзвукоізоляційна кабіна, робочі місця операторів повинні бути обладнані віброізоляційними сидіннями, а робочі місця оператора колійних машин вібраційної дії, крім того віброзахисні настилки. До виконання робіт з модернізації колії допускаються монтери колії колії, машиністи, помічники машиністів машин ВПО, ЩОМ, ЕЛБ, КК, ВПР, стропольники, які пройшли навчання та перевірку знань з питань охорони праці, безпеки руху, медогляд та цільовий інструктаж перед початком робіт.

Особи молодші 18 років не допускаються до роботи на посадах, зазначених у Правилах технічної експлуатації залізниць України, безпосередньо пов'язаних з рухом поїздів, та до робіт, пов'язаних з впливом вібрації, а також копанням глибоких та мокрих отворів, встановленням та розбиранням у них кріплень, очищення стрілочних перекладів, зварювально-наплавочних робіт та робіт з отруйними хімікатами та інших робіт відповідно до Переліку важких

робіт та робіт зі шкідливими та небезпечними умовами праці, на яких забороняється застосування праці неповнолітніх, затвердженого наказом Міністерства охорони здоров'я України від 31.03.94 № 46, зареєстрованого у Міністерстві юстиції України 28.07. №176/385.

Під час виконання робіт напруга у контактній мережі має бути знята на весь період виконання робіт, а контактна мережа на місці робіт заземлена. Для цього керівник робіт повинен надати письмову заявку на адресу начальника дистанції електропостачання із зазначенням місця проведення робіт, початку, тривалості та характеру робіт. Приступати до виконання робіт дозволяється лише після отримання наказу енергодиспетчера на виконання робіт та дозволу відповідальної особи ЕК.

Забороняється виконання робіт за відсутності чи перерви зв'язку керівника робіт з енергодиспетчером.

При виконанні робіт на електрифікованих лініях слід виконувати вимоги «Правил безпеки для працівників залізничного транспорту на електрифікованих лініях» (НПАОП 60.1 1.48-00) та «Правил безпечної експлуатації контактної мережі та пристроїв електропостачання автоблокування залізниць» (НПАОП 60.1-1.02-12) . Під час роботи з електроінструментом слід виконувати вимоги «Правил безпечної експлуатації електроустановок» (НПАОП 40.1-1.01-97).

Контактна мережа заземлюється за допомогою заземлювальних штанг, обладнаних пристроями блокування безпеки та з'єднаних з контактною мережею та зі з'єднаними між собою колійними рейками. Дорожні рейки в місцях установки штанг з'єднуються між собою поперечними перемичками з мідного дроту перетином не менше 120 мм² при постійному струмі, що встановлюються та знімаються монтерами колії.

Відведення та відновлення заземлень виконується працівниками служби колії під наглядом представника району контактної мережі. при цьому обслуговуючому персоналу забороняється наближатися до неогороджених проводів або частин контактної мережі на відстань менше ніж 2 м як самим, так і

					051.130281.MP.2018.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		81

через будь-які предмети.

При виконанні робіт на перегонах двох- та багатоколійних ділянок, а також на станціях перебування людей на пакеті з боку сусідньої колії, напруга з контактної мережі якої не знята, допускається лише між опорами на відстані не менше ніж 5 м від їх частин (проводів), що знаходяться під напругою.

Для попередження працівників, що обслуговують колійні машини важкого типу, про небезпеку наближення до проводів, що знаходяться під напругою, контактної мережі та ПЛ на всіх машинах на висоті 3,5 м над рівнем головки рейок біля драбин, що ведуть на дах, повинен бути нанесений попереджувальний знак червоного кольору та напис «Небезпечно для життя! До контактного дроту – 2 м!».

Перед початком роботи корпусу всіх механізмів із електроприводом необхідно заземлювати на металеву раму машини.

Усі особи, допущені до обслуговування колійної машини, повинні мати при собі документи на право керування машиною та складання іспитів з безпеки праці в обсязі діючих на залізничному транспорті правил та Інструкції щодо забезпечення безпеки руху під час дорожніх робіт, а також в обсязі інструкції з експлуатації обладнання, встановлений на машині.

Відповідальною особою за безпеку праці працюючих при виконанні робіт із застосуванням виправно-підбивочно-рихтувальних машин повинен бути керівник робіт, який призначається начальником структурного підрозділу при ремонтах, що їх ПМС – начальник ПМС.

До експлуатації повинні допускатися машини та механізми, оглянуті та випробувані у встановленому порядку, а також укомплектовані відповідно до інструкцій з їх експлуатації.

Відповідальність за дотримання вимог безпеки та пожежної безпеки персоналом, який обслуговує машину, повинні нести особи, відповідальні за справний стан цієї машини (начальник, головний механік, інженер-технолог або машиніст). Для виконання робіт з підкладки, виправлення та стабілізації колії

					051.130281.MP.2018.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		82

застосовуються машини важкого типу ВПР-1200, ВПО-3000 та машина DGS.

Ці машини повинні бути забезпечені вогнегасниками, які розташовані в легкодоступному місці, в повній готовності до застосування.

Обслуговуючий персонал повинен бути навчений правил пожежної безпеки та методом використання первинних засобів пожежогасіння.

Не допускаються збереження та перевезення в кабінах машини легкозаймистих речовин. Забороняється курити в кабінах машини та в безпосередній близькості від неї, користуватися відкритим вогнем при її обслуговуванні та поруч із нею. Обслуговуючий персонал машини має бути забезпечений спецодягом. Під час роботи одяг повинен бути застебнутий, стягуваний поясами, волосся має бути прибрано під головний убір.

Під час виконання робіт на шляху з виправно-підбивально-рихтувальними машинами на електрифікованих ділянках постійного та змінного струму напруга з контактної мережі має бути знята на весь період роботи та контактна мережа має бути заземлена.

Перед виїздом на перегін та з перегону необхідно переконатися, що всі робочі органи та візки контрольно-вимірювальної системи приведені у транспортне положення та надійно закріплені.

Забороняється приступати до роботи при несправності гальм, ходових частин, звукової та світлової сигналізації.

Роботи з усунення несправностей зі змащування вузлів на колійних машинах повинні виконуватися тільки після їх повної зупинки та зупинки силового приводу.

Перед запуском двигуна та випробуванням гальм необхідно переконатися у відсутності людей під машиною та на шляху до неї.

Перед пуском робочих органів та зрушенням машини з місця машиніст (помічник машиніста) повинен подати звуковий сигнал.

Забороняється сходити та сідати на машину під час руху, перебувати на підніжках та робочих органах.

					051.130281.MP.2018.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		83

Спускатися з машини слід обернувшись до неї обличчям і тримаючись обома руками за поручні.

Необхідно стежити, щоб у кабінах, на сходах і поручнях не було олії та бруду. При проходженні колійних машин своїм ходом або у складі поїзда робочі органи повинні бути призведені до транспортного положення.

Забороняється передавати керування машиною іншій особі, яка не має на це право. Обслуговуючий персонал машини під час роботи повинен користуватися шумозахисними навушниками, що є у комплекті обладнання машини. Перебувати під час роботи в кабіні машиніста і в безпосередній близькості підпідвально блоків і силової установки без навушників забороняється. Перед початком роботи необхідно переконатися, що всі частини механізмів, що рухаються, надійно захищені кожухами і огорожами.

Забороняється виконувати ремонт машини при працюючому двигуні та наявності тиску в пневмогідросистемах, усувати несправності робочих органів, що знаходяться у піднятому та не застопореному положенні.

При роботі на двох та багатоколійних ділянках керівник робіт зобов'язаний забезпечити своєчасне оповіщення монтерів колії та бригаду машини про наближення поїзда сусіднім шляхом.

Забороняється перебувати на міжколії при пропуску поїздів сусіднім шляхом. На час проходу поїзда по сусідньому шляху робота машин повинна бути припинена, робочі органи прибрані в межі габариту, персоналу, який обслуговує, необхідно перебувати в кабінах керування, а бригаді монтерів – на закритій колії або на її узбіччі.

Перевезення робітників на колійних машинах забороняється. Під час руху до місця робіт, під час роботи та при поверненні з перегону на машині може знаходитись лише обслуговуюча бригада та керівник робіт.

Забороняється перебування без потреби працівників на сусідньому шляху або міждоріжжі, спереду або ззаду машини ближче 5 м.

Забороняється вилазити на дах машини, знаходячи її на електрифікованих

					051.130281.MP.2018.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		84

лініях.

При виконанні робіт розгорнутим фронтом (більше 200 м) місця роботи огорожується за схемою, (рис 6.1.)

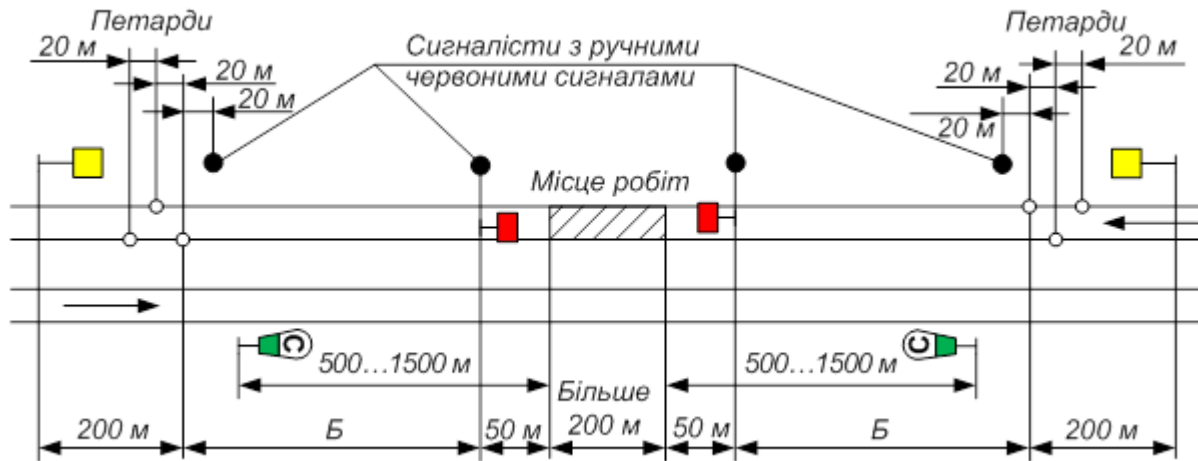


Рисунок 6.1 – Схема огорожі колійних робіт на двоколійній ділянці

Сигнали на місцях виконання робіт, що вимагають зупинки, встановлюються у такій послідовності.

Першими встановлюються переносні жовті сигнали з правого боку у напрямку руху.

На двоколійній ділянці одночасно з переносними жовтими сигналами встановлюються сигнальні знаки «С» у сусідній колії, сигналисти підходять до місця укладання петард і чекають на розпорядження керівника робіт про укладання петард, їх укладають у напрямку від жовтого сигналу до місця робіт. Першою полягає петарда, найближча до переносного жовтого сигналу на правій рейці, другий – петарда через 20 м на лівій рейці та третій – через 20 м на правій рейці. Після укладання останньої петарди сигналіст відходить на 20 м у бік місця робіт і стоїть із ручним червоним сигналом (вдень – червоним розгорнутим прапором, уночі – ручним ліхтарем із червоним вогнем) на узбіччі, охороняючи петарди та встановлено переносний жовтий сигнал.

Установка червоних сигналів виконується за розпорядженням керівника робіт. Червоні сигнали на відстані 50 м від місця роботи встановлюється в

середині шляху біля правої рейки по ходу поїзда на шістьох довжиною 2 м.

Кожен працівник, який займається ремонтом та утриманням залізничного транспорту, зобов'язаний виконувати вимоги безпеки праці. Дія працівників в аварійних ситуаціях. До аварійних ситуацій відносяться випадки виробничих аварій, пожеж, вибухів, стихійних лих, внаслідок яких відбулися значні порушення встановленого порядку роботи залізничного транспорту, руйнування будівель та споруд або трапляються випадки травмування людей з тяжкими наслідками.

При виявленні пошкоджень колії, споруд, пристроїв або рухомого складу, що створюють загрозу безпеці руху, навколишньому середовищу та людям, працівник залізничного транспорту повинен негайно вжити заходів щодо збереження майна, життя та здоров'я людей, небезпечне місце огородити та терміново включитися у роботу щодо усунення виявлених несправностей. Роботи проводяться у порядку, встановленому «Інструкцією з організації відновлювальних робіт при ліквідації наслідків транспортних пригод на залізницях України».

6.2 Порядок дій працівників колії у нестандартних ситуаціях

У разі аварійної ситуації негайно припиняється робота, огорожується небезпечна зона, не допускаються сторонні особи.

Повідомляється про те, що сталося керівнику робіт або черговому станції. Подаються сигнали зупинки поїзда або маневруючого складу у випадках, що загрожують життю та здоров'ю людей або безпеці руху.

Негайно встановлюється сигнал зупинки (вдень – червоний прапор, уночі – ліхтар із червоним вогнем) на місці виявленої на перегоні перешкоди для руху поїздів, виникла несподівано (злам рейки, розмив шляхи, обвал, снігова кучугура та ін.). Після цього безперервно подається духовим різком сигнал загальної тривоги (один довгий і три короткі сигнали), викликаючи допомогу іншого працівника залізниці чи стороннє обличчя. При поганій видимості з місця перешкоди піднятися нагору її укусу. Почувши або побачивши поїзд

					051.130281.MP.2018.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		86

наближається, береться із собою червоний сигнал і справа на зустріч до поїзда, подаючи сигнал зупинки, укладаються петарди.

Для запобігання аварійним ситуаціям (сходу рухомого складу, порушення цілісності рейкової колії та земляного полотна, наїзду рухомого складу на людей, розмиву земляного полотна, зміщення) потрібно дотримуватися наступних вимог:

- огорожу місця роботи відповідними сигналами;
- своєчасно закінчувати роботу та сходити зі шляху у безпечне місце для пропуску поїздів;
- проводити постійно огляд стану колії та земляного полотна, траншей, котлованів, водовідвідних лотків, кюветів, габіонних килимів, підпірних стінок тощо;
- періодично очищати водовідведення;
- наводити із встановленими нормами габариту (обриси) земляного полотна після розвантаження думпкарів;
- при виявленні перешкод, що загрожують безпеці руху поїздів, вживати заходів до зупинки рухомого складу;
- не палити багаття поблизу шляху;
- при виявленні запаху газу, їдких речовин або виходу нафти з магістральних нафтопроводів вживати заходів до зупинки поїздів.

При сході з рейок, пошкодженні вагонів з небезпечним вантажем, пожежі, аварії тощо, необхідно вжити заходів для зупинки рухомого складу маневрового локомотива та запобігти доступу сторонніх осіб у небезпечну зону.

6.3 Надання першої медичної допомоги постраждалим

Час від моменту травми (отруєння) до отримання допомоги постраждалим має бути максимально скороченим. Особа, надає допомогу має діяти рішуче, але обдумано і доцільно.

Насамперед необхідно:

- усунути вплив на організм потерпілого небезпечних та шкідливих

					051.130281.MP.2018.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		87

факторів (звільнення його від дії електричного струму, винесення із зараженої атмосфери, гасіння палаючого одягу, вилучення з води тощо);

- Оцінити стан потерпілого;
- визначити характер травми та послідовність дій для порятунку потерпілого;
- виконати необхідні заходи щодо порятунку потерпілого у порядку терміновості;
- підтримувати основні життєві функції постраждалого до прибуття медичного персоналу;
- викликати швидку медичну допомогу чи лікаря або вжити заходів для транспортування потерпілого до найближчого лікувального закладу.

У разі неможливості виклику медичного персоналу на місце події необхідно забезпечити транспортування потерпілого до найближчого лікувального закладу. Перевозити постраждалого можна лише при стійкому диханні та пульсі.

У разі коли стан потерпілого не дозволяє його транспортувати, необхідно підтримувати його основні життєві функції до прибуття медичних працівників.

Виклик медичного працівника не повинен припиняти надання першої медичної допомоги.

ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Відповідно до завдання у магістерській роботі було виконано огляд наукових досліджень з проблеми впровадження високошвидкісного руху поїздів, розглянуто європейські вимоги до проєктування інфраструктури, плану й поздовжнього профілю ВШМ та зроблено такі висновки:

1. Високошвидкісний залізничний транспорт – прогресивний, але набагато дорожчий у порівнянні з традиційними залізницями, що зумовлено високими технічними вимогами до інфраструктури та рухомого складу, необхідністю проєктування шляхопроводів, щоб уникнути перетинів в одному рівні з автошляхами, огорожею ВШМ з метою виключення доступу людей та тварин.

2. Прийнятним рішенням поставленого завдання є спеціалізована високошвидкісна пасажирська магістраль, де може бути реалізована максимально допустима швидкість руху пасажирських поїздів 300–350 км/год. Практична реалізація швидкості визначатиметься типом рухомого складу, параметрами плану колії та станом інфраструктури.

3. Застосування в магістерській роботі автоматизованої системи проєктування AutoCAD Civil 3D дозволяє за короткий час вирішувати питання щодо пошуку раціональних варіантів траси. У магістерській роботі відповідно до завдання було запроектовано ділянку ВШМ Львів – Жмеринка, а також здійснено вибір положення траси та основних параметрів високошвидкісної магістралі.

4. На основі результатів вітчизняних та зарубіжних наукових розробок намічено шляхи вирішення проблеми, що стосуються проєктування траси ВШМ та створення високошвидкісної мережі в Україні з урахуванням геополітичних, топографічних та інших умов. Значна частина прийнятих у магістерській роботі рішень має суб'єктивний експертно-оцінний характер.

5. Концептуальна модель розвитку високошвидкісного руху поїздів в Україні може базуватися на використанні французького досвіду організації

					051.130281.MP.2018.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		89

високошвидкісного пасажирського сполучення як найбільш раціонального для умов України за сукупністю низки своїх особливостей та характеристик.

6. З наведеного аналізу випливає, що сполучення високошвидкісного пасажирського й вантажного руху поїздів є небажаним, бо виникають суттєві обмеження геометрії колії в кривих. Але отримані в роботі результати, дозволили прийти висновку, що організація швидкісного руху на напрямку Львів-Жмеринка може буде виправдана при річних обсягах вантажних перевезень 30-35 млн тонн і обсягах пасажирського руху 10-15 пар поїздів на добу.

					051.130281.MP.2018.000	Аркуш
						90
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПОСИЛАННЯ НА ДЖЕРЕЛА

1. Програма оновлення рухомого складу ПАТ „Укрзалізниця” на період до 2021 року (проект). – Київ, 2016. – 66 с.
2. Ершков О.П. Вопросы подготовки железнодорожного пути к высоким скоростям движения. - М.: Трансжелдориздат, 1959. – 126 с.
3. Железнодорожный путь и подвижной состав для высоких скоростей движения / Под ред. М.А. Чернишова. М.: Транспорт, 1964. – 272 с.
4. Иоаннисян А.И. Улучшение трассы существующих железных дорог. - М.: Транспорт, 1972. – 176 с.
5. Высокоскоростное пассажирское движение (на железных дорогах)/ Под ред. Н.В. Колодяжного. – М.: Транспорт, 1976. – 416 с.
6. Отчет по НДР «Варианты освоения возрастающих пассажиропотоков за счет сооружения специализированной высокоскоростной магистрали Центр-Юг с учетом усиления существующих подходов к городам Днепропетровск, Запорожье и Донецк. Номер Госрегистрации 01890030692. – Д.: ДИИТ, 1989. - 73 с.
7. Высокоскоростной железнодорожный транспорт Украины. Инженерная записка. – Д.: Днепрогипротранс, 1992. – С. 46.
8. Основные технические и технологические условия для проектирования и строительство высокоскоростной магистрали Киев-Харьков. – К., Киевгипротранс, 2002. – 59 с.
9. Разработка рекомендаций по созданию скоростного железнодорожного транспорта Украины в рамках развития международных транспортных коридоров / Рук. проекта чл.-корр. НАН Украины, д.т.н., проф. Ушкалов В.Ф. – Д.: Ин-тут техн. механ. НАН Украины, 2004.
10. Железные дороги мира в XXI веке / Под общей ред. Г. Н. Кирпы – Днепропетровск: Изд-во Днепрпетр. нац. ун-та ж.-д. трансп. им. акад. В. Лазаряна, 2004. – 224 с.
11. Босов А.А., Кирпа Г.Н. Формирование вариантов рациональной сети

					051.130281.MP.2018.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		91

линий высокоскоростного движения поездов в Украин: Монографія. – Д.: Из-во ДНУЖТ, 2004. – 144 с.

12. Економічна ефективність високошвидкісних пасажирських залізничних перевезень в Україні: монографія / Ю. С. Бараш, А. В. Момот. - Дніпропетровськ : Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2015. - 137 с.

13. Теоретичні основи впровадження високошвидкісного руху поїздів в Україні: монографія / М.Б.Курган, Д.М. Курган; Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпро, 2016. – 283 с.

14. Кірпа Г.М. Дослідження передумов впровадження високошвидкісного руху поїздів в Україні / Проектування, виробництво та експлуатація автотранспортних засобів і поїздів Щорічний науково-виробничий журнал.- Львів, 2003, №10. – с. 88-100.

15. Кирпа Г. Н., Корженевич И. П., Курган Н. Б. Перспективы внедрения сети высокоскоростных железных дорог в Украине // Проблемы и перспективы развития железнодорожного транспорта: Сб. науч. тр., 3 т. – Екатеринбург: Изд-во УрГУПС, 2003. – Т. 1. – С. 511 – 518.

16. Курган Н. Б. Предпосылки создания высокоскоростных магистралей в Украине / Українські залізниці. – 2015. № 5 – 6 (23 – 24). – С. 16 – 21

17. Юхина В. Ю. Проектирование трассы высокоскоростных магистралей в условиях сложного рельефа: дис. ... канд. техн. наук : 05.22.06. М., 2007. – 180 с.

18. Шульман Д.О. Обоснование этапности формирования перспективной сети высокоскоростных железнодорожных магистралей: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.06. Санкт-Петербург, 2015. – 147 с.

19. Момот А. В. Ефективність впровадження в Україні швидкісних та високошвидкісних поїздів: дис. ... канд. екон. наук: 08.00.04. Д.: ДНУЗТ, 2014. – 193 с.

20. <http://fb.ru/article/182189/kitay-jeleznaya-doroga-skorostnyie-i->

					051.130281.MP.2018.000	Аркуш
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		92

vyisokogornyye-jeleznyye-dorogi-kitaya

21. Предварительное технико-экономическое обоснование проекта высокоскоростной железнодорожной сети в Украине. Окончательный отчет. - К: «SYSTRA», 2002. - 311 с.

22. О результатах разработок предложений по созданию скоростных и высокоскоростных железнодорожных линий в странах-членах ОСЖД / Бюллетень ОСЖД. - Варшава, 2000, №3. – С. 9-13.

23. Европейские требования по совместимости инфраструктуры: / утвержденные Директивой 96/48/ЕС в редакции Директивы 2004/50/ЕС.

24. Курган М.Б. Пілотні проекти високошвидкісних магістралей в Україні // Українські залізниці. – 2015. № 11-12 (29-30). – С. 36-39.

25. Курган М.Б. У витоків швидкісного й високошвидкісного руху поїздів в Україні // Українські залізниці. – 2016. № 2 (32). – С. 34-36.

26. Основные положения по организации высокоскоростного движения пассажирских поездов в сообщении Госграница – Ковель – Киев – К., Киевгипротранс, 2008. – 50 с.

27. Впровадження високошвидкісного руху зі швидкістю до 350 км/год на напрямку Київ-Москва в межах Південно-Західної залізниці. Передпроектні проробки. – К., Київдіпротранс, 2011. – 42 с.

28. Специальные технические условия проектирование участка Москва-Казань высокоскоростной магистрали Москва-Казань-Екатеринбург со скоростями движения до 400 км/ч / Санкт-Петербург, 2014. – 69 с.

29. Официальный сайт международного союза железных дорог (UIC), раздел «Высокая скорость» <http://www.uic.org/spip.php?mot8>

30. Technical Memorandum: Alignment Design Standards for High-Speed Train Operation TM 2.1.2. California High-Speed Train Project/Parsons Brinckerhoff // California High-Speed Rail Authority, Sacramento, 2009. – 60 s.

31. К обоснованию норм сопряжения элементов продольного профиля высокоскоростной специализированной магистрали / Е.П. Блохин, Л.В. Урсуляк,

					051.130281.MP.2018.000	Архив
Ар.	Зм.	№ докум.	Підпис	Дата		93

И.И. Кантор и др. // Трансп. стр-во, 1991, № 7. – С.12-15.

32. TECHNICAL MEMORANDUM Alignment Design Standards for High-Speed Train Operation TM 2.1.2

33. Master ferroviaire LGV pour l'Ukraine et la Russie Module INFRASTRUCTURE « Les études et la conception des LGV » Le profil en long de la LGV. SNCF, 2014. p. 15

34. Технический регламент Таможенного союза ЕврАзЭС «О безопасности высокоскоростного железнодорожного транспорта» (ТР ТС 002/2011) / Утвержден Решением Комиссии Таможенного союза от 15 июля 2011 г. № 710.

35. Киселев И.П. Состояние и перспективы развития высокоскоростных железнодорожных сообщений. К итогам IV Международного конгресса по высокоскоростному железнодорожному движению / И.П. Киселев // Железнодорожный транспорт. – 2003. №6. – С. 72-77.

36. Правдин Н.В. Прогнозирование пассажиропотоков (методика, расчеті, примері). / Н.В. Правдин, В.Я. Негрей // М.: Транспорт, 1980. – 224 с.

37. Науково-технічне забезпечення залізничного сполучення Україна – Євросоюз: монографія / М. Б. Курган, Д. М. Курган; Дніпротр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпро, Вид-во ПФ «Стандарт-Сервіс». – 2018. – 268 с.

38. Международный железнодорожный транзитный тариф МТТ (с изменениями и дополнениями по состоянию на 1 января 2018 года. Тариф 8100. Официальное издание / Комитет ОСЖД. – Варшава. – 111 с.

